ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 NOVEMBRE 1952.

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT CAQUOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BALISTIQUE. — *Sur les sifflements de projectiles et bruits d'avions en vitesse supersonique.* Note de M. ERNEST ESCLANGON.

Nous avons distingué (1), dans les ébranlements acoustiques engendrés par un mobile en mouvement dans l'air (projectile ou avion), deux catégories distinctes : ceux à *évolution uniforme*, c'est-à-dire se répétant semblables à eux-mêmes aux divers points de la trajectoire et donnant lieu à l'onde et aux détonations balistiques; ceux à *évolution périodique* (tourbillons de l'arrière, moteurs, hélices, etc.) dont, pour chacun d'eux, la période s'étend sur un petit arc de trajectoire. Que devient, pour un observateur P, la perception acoustique de ces derniers, en vitesse supersonique ?

Soit, sur la trajectoire, S le centre correspondant à la détonation balistique perçue en P, NN′ un petit arc voisin de S, parcouru pendant la période T d'un ébranlement périodique. Les ébranlements engendrés sur l'arc NN′ parviennent bien simultanément en P, mais dans toutes les phases correspondant à la période T. Ils s'y ajoutent algébriquement et, de ce fait, la périodicité est anéantie. Si la moyenne ainsi opérée pendant la période T n'est pas nulle, elle s'intègre dans la formation de l'onde balistique. Au point de vue sonore, le sifflement, ou le bruit d'avion supersonique, débute donc à la détonation balistique, avec une intensité nulle. D'autre part, ces ébranlements périodiques sont, pour l'observateur P, soumis au principe de Doppler-Fizeau, ce qui entraîne que leur début, à la détonation balistique, se fait sur un ton infiniment aigu, pour s'abaisser ensuite; mais le timbre lui-même est modifié, d'une manière variable, au cours de la trajectoire, variable aussi selon la position de l'observateur.

---

(1) ESCLANGON, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1177.

Deux observateurs différemment placés peuvent entendre un même sifflement de façon très différente. Ces circonstances se trouvent bien vérifiées pour les projectiles; reste à savoir si elles se conservent pour les avions supersoniques, en raison de l'ampleur des ébranlements et de leurs réactions mutuelles qui ne permettent plus d'être assuré de leur indépendance dans leur composition et propagation.

Un effet curieux observé pour les projectiles, et quelque peu inexplicable, demandera à être étudié avec les avions supersoniques.

Soit toujours, sur la trajectoire, S le centre de la détonation balistique perçue en P. Les ébranlements engendrés par le mobile, en *aval* de S sur la trajectoire, parviennent en P dans le même ordre chronologique que leur production et constituent le *sifflement direct*, normalement perçu. Mais les ébranlements engendrés, en *amont* de S, parviennent aussi en P après la détonation balistique et dans un ordre chronologique inverse de celui de leur production. On peut appeler *sifflement rétrograde* l'effet acoustique qui doit en résulter en P. Or, pour les projectiles d'artillerie, et quel que soit leur calibre, ce sifflement reste imperceptible. Nous en avons fait un grand nombre de fois la constatation au polygone d'artillerie navale de Gavre. Une expérience cruciale, consistant à supprimer le sifflement direct pour ne laisser subsister que le sifflement rétrograde, ne laisse aucun doute à ce sujet.

Un canon de 305 tire à 18 000 m, sous un angle de 16°, un projectile, non chargé, de 400 kg avec une vitesse initiale de 815 m/s. La vitesse, de 365 m à la chute, reste, sur toute la trajectoire, supérieure à celle du son. La durée du trajet est de 37 s, celle de la propagation du son, à partir du point de départ, de 54 s. Le poste d'observation est situé au voisinage immédiat du point de chute. Or, après l'arrivée du projectile, qui coïncide ici avec la détonation balistique, silence absolu, alors que pendant 17 s aurait dû exister le sifflement rétrograde.

A quoi tient cette absence, ou tout au moins une si faible perceptibilité du phénomène? L'explication reste difficile. Au surplus, l'application du principe de Doppler-Fizeau, lorsque la source sonore se déplace vers l'observateur, avec une vitesse radiale supérieure à celle de la propagation, est-elle toujours légitime, quelle que soit la période en jeu ou la nature physique du phénomène.

L'étude, à ces divers points de vue, de l'acoustique des avions supersoniques présentera un intérêt spécial, par le fait que les trajectoires pourront comporter une plus grande diversité que celle des projectiles.

Mentionnons, à titre d'exemple, les circonstances suivantes : Le centre S sur la trajectoire, correspondant à la détonation balistique perçue en P, jouit de cette propriété que la vitesse radiale du mobile vers l'observateur (suivant SP), y devient égale à celle du son. Or, on peut imaginer des

trajectoires pour lesquelles, en tous leurs points M, cette condition soit réalisée, trajectoires impossibles avec les projectiles, mais possibles avec les avions. Tous les ébranlements de la trajectoire, ou du moins sur une très large étendue, parviennent alors simultanément au point P qui pourrait être considéré ici comme une sorte de *foyer* de l'onde balistique. Le cas le plus simple serait celui d'un avion se dirigeant, en ligne droite, vers un observateur P, avec la vitesse du son (²). On conçoit que, dans de telles conditions, l'accumulation des effets acoustiques devienne beaucoup plus considérable et donne lieu à des détonations acoustiques particulièrement puissantes.

GÉODÉSIE. — *Contribution à l'établissement des bases du réseau gravimétrique africain.* Note de MM. **Pierre Lejay**, **Jean Martin** et **Claude Blot**.

Extension du réseau de 1951 par 162 stations nouvelles. Comparaison avec les résultats obtenus par d'autres observateurs.

Ces mesures, exécutées du 27 février au 8 juillet 1952 au cours de la deuxième mission gravimétrique africaine de l'Office de la Recherche Scientifique Outre-Mer, étendent et complètent le réseau établi en 1951 (¹).

Le même gravimètre North-American n° 124 a été utilisé; son étalonnage, refait dans les mêmes conditions, a montré une très légère variation du coefficient; sa dérive a toujours été extrêmement faible; les erreurs de fermeture, comprenant la totalité de la dérive, sont en général de quelques centièmes de milligal; une seule fois l'erreur de fermeture atteint 23/100 de milligal.

176 stations ont été faites (dont 84 principales sur les aérodromes et dans les observatoires) : 105 en A. O. F. (réseaux plus serrés au Sénégal et en Mauritanie), 32 en A. E. F., 24 en Afrique du Nord, 9 en territoire étranger, 6 en France.

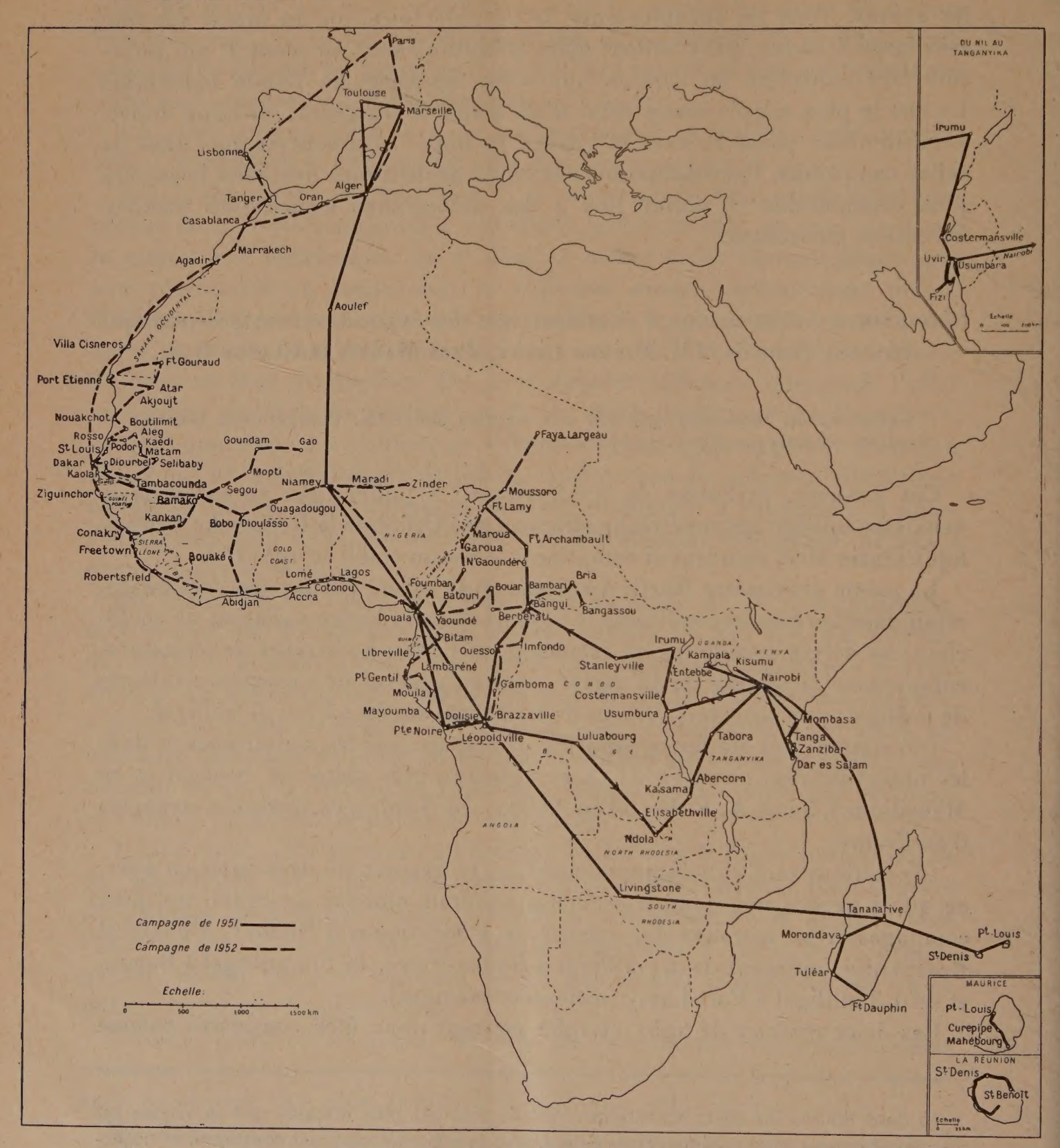
162 stations sont entièrement nouvelles; 14 avaient été déjà faites en 1951, ce qui a permis une comparaison des résultats obtenus au cours des deux campagnes : on retrouve des valeurs de *g* identiques à Niamey, Douala et Brazzaville; différant de 0,1 milligal à Pointe-Noire, de 0,2 milligal à Bangui et de 0,3 milligal à Fort-Lamy (différence maxima).

Les deux réseaux de 1951 et 1952 peuvent donc être considérés comme

(²) Sans doute, les effets acoustiques sont-ils d'autant plus intenses que la vitesse est plus notablement supersonique. Dans ce cas, avec une vitesse supposée constante, la trajectoire répondant aux conditions ci-dessus, serait une spirale, où portion de spirale (la tangente faisant un angle constant avec le rayon vecteur, issu de P).

(¹) Mme Françoise Duclaux et J. Martin, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 847.

formant un réseau homogène unique : le réseau Orsom, comprenant au total 283 stations distinctes.



Un travail récent de Woollard ([2]) donne les valeurs de g en 18 stations

([2]) *World Wide Gravity Measurements*, Woods Hole Oceanographic Institution, Réf. n° 52-59, juillet 1952.

communes d'Afrique et de Madagascar; ces valeurs, obtenues avec des gravimètres Worden présentant une forte dérive, sont inférieures à celles du réseau Orsom de 0,6 à 1,0 mgal en 11 stations, et de 1,2 à 2,3 mgal en 7 autres stations, ces dernières toutes groupées dans l'Est africain britannique.

Valeurs de g aux principales stations (*campagne* 1952).

Base : Piliers de l'ancienne salle de pesanteur de l'Observatoire de Paris
$g = 980\,943{,}0$ mgal.

Aérodromes d'A. O. F.

Dakar (Yoff)	978 480,1
Saint-Louis	461,3
Rosso	448,7
Boutilimit	513,9
Nouakchott	589,6
Akjoujt	622,4
Atar	619,2
Fort-Gouraud	757,4
Port-Étienne	711,5
Aleg	528,4
Kaedi	499,4
Matam	464,6
Sélibaby	353,4
Tambacounda	340,6
Kaolak	371,8
Diourbel	374,2
Ziguinchor	313,1
Conakry	228,7
Kankan	100,9
Abidjan	075,4
Bouaké	072,6
Lomé	166,0
Cotonou	148,6
Bamako	208,3
Ségou	237,8
Mopti	320,7
Goundam	395,3
Gao	368,5
Bobo-Dioulasso	125,3
Ouagadougou	202,0
Niamey	269,2
Maradi	204,3
Zinder	198,1

Aérodromes d'A. E. F.

Douala	978 051,5
Bitam	977 882,6
Libreville	978 041,9
Port-Gentil	079,5
Lambaréné	010,4
Mouila	977 998,2
Tchibanga	998,0
Mayoumba	978 098,1
Pointe-Noire	031,4
Dolisié	977 964,6
Brazzaville	946,0
Gamboma	927,8
Impfondo	930,5
Bangui	916,3
Bambari	922,0
Bria	927,0
Bangassou	916,9
Berberati	910,2
Bouar	818,1
Batouri	918,2
Yaoundé	866,3
N'Gaoundéré	817,2
Garoua	978 103,4
Maroua	112,5
Fort-Lamy	184,4
Moussoro	234,6
Faya-Largeau	448,8

Aérodromes étrangers.

Freetown (Sierra Leone)	978 201,8
Robertsfield (Libéria)	112,4
Accra (Gold Coast)	118,8
Lagos (Nigéria)	132,4

Un autre travail récent de Sanders ([3]) donne le résultat des mesures pendu-

([3]) *Mesures gravimétriques pendulaires en Belgique et au Congo belge* (*Commun. de l'Obs. Roy. de Belgique* n° 46, 1952.)

laires effectuées en 3 stations communes du Congo Belge. Les valeurs de Sanders, rapportées à la valeur $g = 981\,132{,}0$ pour Uccle, valeur la plus probable d'après les déterminations modernes ([4]), ([5]), s'écartent des valeurs du réseau Orsom de $+1{,}7$ mgal à Léopoldville, de $+2{,}0$ mgal à Elisabethville et de $-2{,}9$ mgal à Costermansville. Compte tenu de la dispersion habituelle des mesures pendulaires, peut-être exagérée un peu ici par un appareillage et une technique peu modernes, ces nouveaux résultats belges n'infirment pas l'exactitude de l'étalonnage employé pour le réseau Orsom.

CHIMIE AGRICOLE. — *A propos de la lutte contre la décadence des cultures du Poivrier en Indochine et en Extrême-Orient.* Note de M. **Gabriel Bertrand.**

En présentant à l'Académie, dans la séance du 3 novembre 1952, une étude de M. Hubert Barat « Sur le dépérissement des Poivrières en Indochine », notre Confrère Auguste Chevalier nous a fait connaître l'état de décadence de plus en plus alarmant auquel la production du poivre menace de succomber si l'on n'y trouve pas sous peu un remède. Il s'est préoccupé depuis longtemps déjà de la question; devant l'échec des moyens mis jusqu'ici à l'essai, il se demande si le Poivrier n'aurait pas besoin de quelque oligoélément devenu inexistant dans les sols épuisés et il s'adresse à moi pour répondre ([1]).

D'après la description détaillée de notre Confrère, et tenant compte des récentes acquisitions de la Biochimie comparée, je considère au moins comme très vraisemblable l'hypothèse qu'il a émise.

Contre la dégénérescence du Poivrier, on a songé à enrichir le sol par des engrais à base d'azote, d'acide phosphorique et de potasse, on a corrigé aussi la réaction du sol, mais sans succès. Or, les besoins alimentaires du Poivrier comportent, comme pour toutes les plantes, bien d'autres éléments que les trois contenus dans les engrais classiques, ils exigent toute une série de métalloïdes et de métaux, dont le soufre, le bore, l'iode, parmi les premiers, le magnésium, le fer, le zinc, le manganèse, le cuivre, le cobalt, etc. parmi les seconds ([2]).

Tous ces éléments doivent se trouver réunis dans le milieu de culture

---

([4]) Carlo Morelli, *Taratura di due gravimetri Worden e collegamenti europei* (*Annali di geofisica*, IV, n° 4, 1951, p. 511).

([5]) Jean Martin, *Liaisons gravimétriques internationales* (*Congrès de l'U. G. G. I.*, Bruxelles, 1951).

([1]) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 993.

([2]) Tandis que l'azote, le phosphore et le potassium entrent en proportions importantes dans la composition des organismes, les derniers n'y existent qu'en très petites quantités, d'où leur appellation d'*oligoéléments*.

sous des formes assimilables et, de plus, dans certains rapports, variables selon les espèces.

Quand l'un d'eux, quel qu'il soit, vient à diminuer au delà d'une certaine valeur, la composition minérale de la plante cesse d'être normale : la croissance se ralentit, la résistance physiologique s'abaisse, des malformations apparaissent, les organes reproducteurs s'atrophient, souvent même des parasites, bactéries, champignons, insectes, s'installent, qui accélèrent la mort.

Ce tableau, qui résume les affections présentées le plus ordinairement par les plantes à la suite de diminution dans le sol de divers oligoéléments, rappelle celui que nous a décrit notre Confrère pour le Poivrier. Or, on a déjà réussi à lutter très avantageusement contre la maladie du cœur de la betterave, du rutabaga et de plusieurs autres plantes par l'introduction dans le sol de petites quantités d'acide borique (3), contre diverses affections de dégénérescence du citronnier, de l'oranger, du pommier, etc., par des apports, suivant les cas, de manganèse, de zinc, de cuivre, etc.

Des succès de ce genre sont de plus en plus souvent signalés. L'année dernière encore a paru dans les *Comptes rendus de l'Académie* une Note sur la régénération, par un mélange de certains oligoéléments, des plantations de Palmiers à huile du Moyen-Congo français (4).

On est donc en droit d'espérer une restauration prochaine des cultures du Poivrier en Indochine et en Extrême-Orient par une application judicieuse des oligoéléments (5).

MAGNÉTOOPTIQUE. — *Rotativité de la vapeur d'eau.*
Note de M. **René de Mallemann.**

La rotativité de l'eau, calculée à partir de la rotation moléculaire du *liquide*, est

$$[\Omega]_M = 60,1\ \mu R \qquad \text{pour} \quad \lambda = 578\ m\mu,$$

valeur certainement exacte à un ou deux millièmes près.

En admettant l'invariance de la rotativité dans le changement d'état, il est possible d'évaluer la constante de Verdet, et par suite l'ordre de grandeur des

(3) *Voir* G. Bertrand : 1° *Chim. et Ind.*, 41, n° 3 *bis*, 1939, p. 27 E; 2° *Sucrerie belge*, 59, 1939, reproduit dans : *Ann. des Fermentations*, 5, 1939, p. 349 ou *Ann. agron.*, 9, 1939, p. 548; 3° *L'emploi du bore contre la maladie du cœur de la betterave et d'autres carences végétales* (*C. R. du* 19e *Congrès de Chim. Industr.*, 1939, dans *Chim. et Ind.*, 45, n° 3 *bis*, 1941, p. 47).

(4) M. Ferrand, A. Bachy et M. Ollagnier, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1218.

(5) *Voir* G. Bertrand, *Les oligoéléments dans la nutrition des Plantes* (*C. R. du* 9e *Congr. internat. Ind. agric.*, Rome, mai 1951).

rotations pratiquement réalisables pour la vapeur d'eau. On aurait

$$\Lambda_0^{760} = 60,1.10^{-6} : 224.10^2 = 2,683.10^{-9} \text{ rad.}$$
$$= 9,22.10^{-6} \text{ minutes} = 9,22 \,\mu\text{m}.$$

A supposer que l'on observe la vapeur saturante à 80°, où sa tension vaut 345 mm, sous une différence de potentiel magnétique 700000 C. G. S. (ces nombres sont choisis de manière à correspondre aux possibilités pratiques de notre appareillage actuel), on est conduit à prévoir pour la rotation *simple* ρ

$$\rho = 0,36 \times 9,22.10^{-6} \times 7.10^5 = 2,3 \text{ minutes},$$

soit une rotation *double* observable qui pourrait atteindre 5 à 6 minutes au plus ; le nombre serait assurément trop faible pour permettre de tirer des conclusions ayant toute la précision désirable.

C'est pourquoi, jusqu'à nouvel ordre, nous avions dû exclure la vapeur d'eau de la liste des substances gazeuses dont l'étude magnétooptique fut poursuivie depuis nombre d'années dans notre laboratoire.

Cette lacune, sensible, vu l'intérêt très spécial du corps en question, vient d'être heureusement comblée par L. H. Ingersoll.

Ayant imaginé un procédé d'analyse *photoélectrique* susceptible d'enregistrer des rotations avec une incertitude ne dépassant pas quelques *secondes* d'arc, Ingersoll entreprit récemment d'utiliser cette méthode extra-sensible pour l'étude magnétooptique de la matière gazeuse.

La valeur de la constante de Verdet ainsi trouvée expérimentalement pour la vapeur d'eau est

$$\Lambda_0^{760} = 9,1 \,\mu\text{m} \qquad (\lambda = 578 \,\text{m}\mu),$$

nombre qui doit être considéré comme *pratiquement égal* à celui que nous avions calculé (les conditions particulières impliquées dans ces mesures ne permettant pas de garantir une précision de 1 %) [1].

L'invariance de la rotativité se trouverait donc très sensiblement vérifiée dans le cas de l'eau, résultat important qui méritait d'être signalé : sa confirmation justifierait entièrement la substitution des rotativités aux rotations spécifiques (autrement dit, à la règle de Verdet) dans l'étude des *solutions* aqueuses (qui ont donné lieu à une multitude de travaux).

Le résultat des mesures d'Ingersoll apparaît comme d'autant plus remarquable qu'il fut obtenu sans que l'auteur ait put être guidé par une idée théorique préconçue. J'ajouterai que nous le considérons pour notre part comme quelque peu inattendu, en raison du caractère *polaire* très fortement marqué des molécules d'eau [2].

---

(1) Pour $\lambda = 589 \,\text{m}\mu$, Ingersoll donne $\Lambda_0^{760} = 8,8 \,\mu\text{m}$.

(2) Au surplus, la *rotation* Λ_0^{760} est calculée pour la vapeur à partir de la densité théorique ($M/d = 224.10^2$). La concordance avec le nombre mesuré peut s'expliquer en considérant que, dans les conditions expérimentales réalisables ici, la vapeur doit se comporter sensiblement comme un gaz parfait, vu la *très faible* valeur de sa densité.

ALGOLOGIE. — *Sur un genre nouveau d'Ulvacées :* Rhizenteron *nov. gen.* Note de M. **Pierre Dangeard**.

Parmi les algues du Maroc, nous avons décrit (¹) une curieuse espèce rattachée au genre *Enteromorpha* et vivant en épiphyte sur le Lichen marin, *Lichina pygmæa*. Cette algue se signale par sa base irrégulière formant un tubercule ou une croûte plus ou moins étendue étroitement appliquée sur le *Lichina* et qui émet, vers l'extérieur, dans tous les sens, des frondes tubuleuses, cylindriques, très courtes. L'importance de la partie basale, tuberculeuse ou crustacée, par rapport aux frondes libres, dressées, à structures d'Entéromorphes typiques, nous a fait donner à cette espèce le nom d'*E. tuberculosa*.

Or, nous avons récolté récemment à Dakar une espèce apparemment voisine, mais vivant directement sur les rochers où elle forme de petites masses vertes, ayant quelques millimètres de diamètre, de consistance ferme et même un peu cartilagineuse. L'examen de ces petites masses montre qu'elles sont constituées par des thalles très irréguliers de forme, mamelonnés et assez souvent ramifiés en arbuscules, d'où s'élèvent des protubérances diverses qui hérissent la surface; certaines de ces protubérances ont les caractères de frondes libres d'*Enteromorpha*, plurisériées ou unisériées très courtes et peu développées, tandis que d'autres apparaissent comme de simples lobes de la masse générale qui, par leur croissance, contribuent à son développement.

Le thalle est plein, formé en grande partie de filaments intriqués à contenu cellulaire étroit et membrane épaisse stratifiée ayant les caractères de rhizoïdes tels qu'on les trouve à la base des frondes des Ulvacées en général. Ces rhizoïdes coalescents et entrelacés, à trajet sinueux, sont pourvus de chlorophylle et ils se terminent vers l'extérieur par des cellules plus vertes à contenu abondant, disposées côte à côte en palissade dont le cloisonnement contribue au développement de la partie tuberculeuse du thalle; d'autre part, certaines de ces cellules se développent en filaments unisériés qui émergent du thalle et peuvent devenir, ensuite, plurisériés.

Cette description montre que l'algue de Dakar a beaucoup de ressemblance avec celle du Maroc. Cependant, en dehors de l'habitat qui n'est pas le même, il apparaît un certain nombre de différences : les frondes libres émises par le tubercule dans l'espèce de Dakar sont, en majorité, plus grêles, filiformes, souvent unisériées; d'autre part, les cellules sont nettement plus grandes que dans l'espèce de Rabat si l'on compare entre

---

(¹) *Le Botaniste*, 34, 1949, p. 113.

eux des éléments similaires du thalle, par exemple les cellules des proliférations; celles-ci ont, en moyenne, 10 à 15 μ de diamètre dans l'espèce de Dakar contre 5 à 6 μ dans l'*E. tuberculosa*. Nous n'avons pas pu préciser la forme du chromatophore qui semble remplir la majeure partie de la cellule, mais nous pensons qu'il existe un seul pyrénoïde comme dans l'*E. tuberculosa*. Il existe beaucoup d'amidon et la solution iodo-iodurée, même faible, colore fortement en bleu noir l'ensemble de la cellule et il en va de même dans la partie vivante des cellules rhizoïdales qui sont donc très riches en amidon.

L'espèce de Dakar semble donc différente de celle de Rabat et mériter un nom spécial. D'autre part, nous sommes conduit à séparer ces deux types d'algues des *Enteromorpha* proprement dites dont elles diffèrent notablement et à envisager la création d'un genre nouveau. Il est à noter, en effet, qu'aucune des espèces connues d'*Enteromorpha* n'a été décrite comme pourvue d'une région basale tuberculeuse ferme et solide. Dans l'*E. fasciculata* nob., la région basale formée par des frondes coalescentes prend une certaine importance, mais elle ne constitue pas un tubercule et son épaisseur est faible. Dans l'*E. minima* Kützing, dont Kylin (1947) a fait le type du genre nouveau *Blidingia*, les plantules se composent d'une sole basilaire unistrate et de frondes dressées. Là encore il n'y a pas de tubercule et les frondes dressées et libres conservent toute leur importance.

Il semble donc bien que la création d'un genre nouveau se justifie pour les deux espèces décrites, l'une à Rabat, l'autre à Dakar. Nous proposons de le nommer *Rhizenteron* : ce genre d'Ulvacées se trouve caractérisé par la grande importance du système rhizoïdal constituant un arbuscule ou un tubercule basal mamelonné irrégulier et le très faible développement, par contre, des frondes libres.

Si l'on fait intervenir, comme cela semble légitime, la notion d'*hétérotrichie* qui s'est montrée jusqu'ici très féconde dans les études sur l'évolution des formes (Fritsch), on dira que le *Rhizenteron* réalise un type d'Ulvacées dans lequel s'est manifesté un développement important du système prostré et une réduction, par contre, du système dressé dominant chez les genres *Ulva* et *Enteromorpha*.

Diagnose du genre *Rhizenteron* nov. gen. — *Thallo tubercula aut crustas vel arbusculas formante, firmo, irregulariter sinuoso aut ramoso, filis numerosis, membranis crassis, intertextis, constituto; ad superficiem, frondes numerosas, liberas, tubulosas, emittente, cum structura Enteromorphæ.*

L'algue de Rabat devient ainsi le *Rhizenteron* (ex *Enteromorpha*) *tuberculosum* comb. nov. et nous proposons d'appeler l'algue de Dakar *Rhizenteron saxatile* nov. sp.

Rhizenteron saxatile nov. sp. — *Thallo arbusculas aut crustas irregulariter tumidas formante, ad saxa basi affixo, frondibus liberis numerosis sœpe uniseriatis, cellulis* 10-15 μ *latis.*

M. **Louis Hackspill** présente à l'Académie le premier Volume, *Chimie générale*, d'un *Précis de Chimie* de M. Raymond Quelet. Cet Ouvrage, destiné aux élèves de l'enseignement propédeutique des Facultés des sciences, est édité par les Presses Universitaires de France, dans la Section de chimie, dirigée par lui, de la collection *Euclide*, publiée sous la direction de MM. **Charles Maurain** et **Maurice Caullery**.

L'Ouvrage suivant est présenté par M. **Pierre Lejay** : *Sur la prolongation du réseau gravimétrique nord-africain au Sahara français. Essai d'interprétation structurale*, par Jean Lagrula.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Pontificiæ Academiæ scientiarum scripta varia. 10. *Studio fisico dell'aorta normale e patologica*, par Vittorio dal Borgo.

2° Ministerio da Economia. Comissão reguladora di comércio de Arroz. *Bibliografia Orizicola Portuguesa* 1800-1950, por Manuel Vianna e Silva.

3° *Mineria. Organo del Instituto de Ingenieros de minas del Peru*, Ano 1, n° 1.

4° *Revista de Matematicas Elementales*, editada por la Facultad de ciencias de la Universidad nacional de Colombia y por la Universidad de Los Andes. Vol. I, Fasc. 1.

Il signale également deux fascicules polycopiés, les nos 15 et 22 de la Documentation mathématique, textes publiés sous la direction de Paul Belgodère.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Relation entre la distribution des valeurs multiples d'une fonction méromorphe et la ramification de sa surface de Riemann.* Note de M. **Edward F. Collingwood**, présentée par M. Paul Montel.

1. Nous appliquons les méthodes et les résultats de Notes précédentes [1] à l'étude de la ramification de la surface de Riemann S_f sur laquelle le disque ouvert $|z| < R$ ou le plan pointé $z \neq \infty$ est représenté conformément par une

[1] *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 615 (Note I); *ibid*, p. 709 (Note II); *ibid*, p. 749 (Note III); *ibid*, p. 813 (Note IV); *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1182 (Note V).

fonction $w = f(z)$ méromorphe et non rationnelle dans $|z| < R \leq \infty$. Les valeurs w sont prises sur la sphère de diamètre 1, et on note $l(w', w'')$ la longueur du plus petit arc de cercle qui joint w' à w'' sur cette sphère. Les fonctions $\sigma(r)$ (non croissante) et $p(r)$ possédant les propriétés indiquées dans ma Note précédente [2], l'inégalité $l(f(z), a) < \sigma(r)$, pour une valeur donnée de r, définit un ensemble (éventuellement vide) de domaines $G(a, \sigma(r))$ du plan des z. $V(a, \sigma(r), p(r))$ est l'ensemble des valeurs de $r < R$ pour lesquelles la circonférence $|z| = r$ ne rencontre aucun domaine $G(a, \sigma(r))$ où la valence de $f(z)$ soit supérieure à $p(r)$, et $E(a, \sigma(r), p(r)) \subseteq V(a, \sigma(r), p(r))$ est le sous-ensemble de l'ensemble précédent formé par les valeurs de r pour lesquelles $|z| = r$ ne rencontre aucun domaine $G(a, \sigma(r))$ dont la frontière s'étende jusqu'à $|z| = R \leq \infty$. Les bornes supérieures de ces ensembles et de leurs complémentaires $\complement V$, $\complement E$, seront notées sup V, ..., sup $\complement E$.

2. Les propriétés de $E(a, \sigma(r), p(r))$ et $V(a, \sigma(r), p(r))$ servent à caractériser la ramification de S_f au voisinage d'un point a. En particulier, nous dirons que a est *un centre de ramification de* S_f si l'on a

$$\sup \complement E(a, \sigma(r), p(r)) = R \leq \infty \tag{1}$$

pour une fonction $\sigma(r)$ tendant vers zéro quand $r \to R$, et une fonction $p(r) > 1$; nous dirons que a est *un centre de ramification de* S_f *d'ordre non borné si l'on a* (1) *pour une fonction* $\sigma(r)$ *tendant vers zéro et une fonction* $p(r)$ *tendant vers* ∞ *quand* $r \to R$. La connaissance des propriétés de croissance de $\sigma(r)$ et $p(r)$ introduit dans la caractérisation un élément métrique, relatif à l'exhaustion de S_f par les surfaces partielles $S_f(r)$ images par f des disques ouverts $|z| < r < R \leq \infty$.

3. Nous écrirons, avec les notations habituelles,

$$N_1(r) = N\left(r, \frac{1}{f'}\right) + 2N(r, f) - N_1(r, f');$$

$N_1(r)$ mesure la densité des valeurs multiples de $f(z)$, et satisfait à la condition générale

$$\varlimsup_{r \to R} \frac{N_1(r)}{T(r, f)} \leq 2. \tag{2}$$

4. On sait que pour une fonction $f(z)$ telle que $T(r, f)$ ne soit pas bornée, et pour des fonctions $\sigma(r)$ et $p(r)$ satisfaisant aux conditions suivantes :

$$(3)\ \begin{cases} (a) & \lim\limits_{r \to R} \dfrac{\log\left[\dfrac{1}{\sigma(r)}\right]}{T(r, f)} = 0, \\ (b) & p(r) = o\left(\dfrac{T(r, f)}{\log r}\right) \quad \text{ou} \quad p(r) = o(T(r, f)), \quad \text{selon que } R = \infty \text{ ou } R < \infty, \end{cases}$$

---

[2] Note V. Les définitions ici données des ensembles E et V sont équivalentes à celles de la Note I, mais font intervenir la métrique sphérique; elles sont analogues à celles de la Note V pour $E(a, \sigma(a, r), p(r))$, etc.

la condition $\sup \complement E(a, \sigma(r), p(r)) < R$ implique $\Delta(a) = 0$ [3]. On peut prouver plus à condition de supposer les ensembles $\complement E(a, \sigma(r), p(r))$ uniformément bornés pour tout a. On a en effet

THÉORÈME 1. — *$f(z)$ étant méromorphe dans $|z| < R \leq \infty$ et vérifiant dans le cas $R < \infty$ la relation*

(4) $$\lim_{r \to R} \frac{T(r, f)}{-\log(R - r)} = \infty,$$

supposons que $\sigma(r)$ et $p(r) > 1$ satisfassent aux conditions (3) et qu'il existe un $B < R$ tel que $\sup \complement E(a, \sigma(r), p(r)) \leq B$ pour toute valeur de a. Alors $\Delta(a) = 0$ pour tout a, et

(5) $$\varliminf_{r \to R} \frac{N_1(r)}{T(r, f)} = 2.$$

Ce théorème est une conséquence immédiate de celui de ma dernière Note [4]. Prenons en effet deux valeurs distinctes a_1 et a_2, qui constitueront l'ensemble A. La fonction $\sigma(a, r)$ et l'ensemble $E(a, \sigma(a, r), p(r))$ étant définis comme dans la Note citée, les ensembles $\complement E(a, \sigma(a, r), p(r))$ sont uniformément bornés dans $\complement A$, et il résulte du théorème en question que

$$2 \leq \varliminf_{r \to R} \frac{N_1(r)}{T(r, f)} + \Delta(a_1) + \Delta(a_2).$$

Or $\Delta(a_1) = \Delta(a_2) = 0$, d'où l'égalité (5).

5. Du théorème 1, nous pouvons aisément déduire le suivant :

THÉORÈME 2. — *Supposons que $f(z)$ soit méromorphe dans $|z| < R \leq \infty$, et, dans le cas où $R < \infty$, satisfasse à la condition (4). Alors, si*

(6) $$\varliminf_{r \to R} \frac{N_1(r)}{T(r, f)} < 2$$

et si nous nous donnons une fonction $p(r)$ satisfaisant à (3, b), il existe une fonction $\Sigma(r)$ non croissante et tendant vers zéro quand $r \to R$, et une valeur a, telles que

(7) $$\sup \complement E(a, \Sigma(r), p(r)) = R.$$

Ce théorème n'assure pas seulement l'existence d'un centre de ramification d'ordre non borné sous les conditions (4) et (6), mais donne en outre une mesure de son ordre. Les points logarithmiques forment une sous-classe de tels centres de ramification. Le théorème 2 peut être comparé au résultat classique selon lequel S_f, lorsqu'elle n'a qu'un nombre fini de points algébriques, doit avoir au moins *deux* points logarithmiques [5], et aux résultats récents de

---

(3) Notes III et IV.

(4) Note V.

(5) R. NEVANLINNA, *Eindeutige analytische Funktionen*, p. 278.

M. Dugué ([6]) sur le nombre minimum de valeurs multiples distinctes d'une fonction $f(z)$ pour laquelle S_f n'a pas de points logarithmiques.

Les démonstrations des résultats de cette Note et de la précédente seront publiées ailleurs ([7]).

TOPOLOGIE ALGÉBRIQUE. — *Calcul des variations et cohomologie singulière.* Note de M. **René Deheuvels**, présentée par M. Paul Montel.

Cette Note fait suite à trois Notes, désignées par I, II, III ([1]), dont nous conservons les notations. Nous montrons ici que la cohomologie singulière donne une théorie satisfaisante des valeurs critiques d'une fonction numérique sur un espace topologique quelconque.

1° La théorie des éléments critiques d'une filtration réelle d'un anneau différentiel, esquissée dans I, II, a été appliquée à un cas particulier dans III.

On peut l'employer plus généralement à l'étude des valeurs critiques d'une fonction numérique φ sur un espace topologique X quelconque, en utilisant une théorie de l'homologie ou une théorie de la cohomologie sur X, la filtration étant déterminée par φ.

La théorie choisie sera satisfaisante pour une fontion φ donnée, ou pour une classe de fonctions φ, lorsque (*cf.* II, 1) :

L'homomorphisme $\mathfrak{T} \to \mathcal{K} = \mathcal{G}\mathcal{H}\mathcal{A}$ est un homomorphisme sur, ce qui entraîne, puisque $\mathcal{L} \supset \mathfrak{T}$: l'ensemble des valeurs critiques locales ($r \in R'$, tels que $\mathcal{L}_r \neq 0$) contient l'ensemble image de la filtration de l'anneau d'homologie $\mathcal{H}\mathcal{A}$ de $\mathcal{A}$.

Dans sa théorie, M. M. Morse a introduit l'hypothèse dite de « φ-accessibilité » ([2]) : c'est une condition suffisante, dans le cas d'une théorie homologique des valeurs critiques, pour que $\mathfrak{T} \to \mathcal{K}$ soit sur.

La notion de filtration accessible du paragraphe 2 en est une généralisation. Le théorème qui suit est une application remarquable : il montre qu'une théorie des valeurs critiques pour une fonction numérique quelconque, sur un espace topologique quelconque, utilisant la cohomologie singulière est satisfaisante au sens indiqué ci-dessus. Des exemples montrent que la cohomologie de Čech-Alexander ne donne pas de théorie satisfaisante pour la classe des

---

([6]) *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 1734.

([7]) Dans le *Journal d'Analyse Mathématique*, Vol. 2.

([1]) *Comptes rendus*, 235, 1952, I, p. 778; II, p. 858; III, p. 929. Lire dans I, II, pour désigner les homomorphismes induits par les relations d'inclusion : ι au lieu de r.

([2]) M. Morse, *Mém. Soc. Math.*, Paris, 1939; *Annales de l'Institut H. Poincaré*, Paris, 1939.

fonctions φ semi-continues inférieurement même lorsque l'on suppose que les ensembles $[\varphi \leq p]$ sont compacts pour tout $p \in \mathrm{R}$ [3].

2. Soient dans un anneau $\mathcal{A}$ des idéaux bilatères $\mathcal{A}_p$, l'indice p parcourant l'ensemble R des nombres réels, tels que :

$$\text{si} \quad p > q, \quad \mathcal{A}_p \supset \mathcal{A}_q, \quad \mathcal{A} = \bigcup \mathcal{A}_p.$$

La décomposition de $\mathcal{A}$ par les $\mathcal{A}_p$, $p \in \mathrm{R}$, définit une filtration réelle de $\mathcal{A}$:

$$f(0) = \infty; \qquad \text{si} \quad a \in \mathcal{A}, \quad a \neq 0, \quad f(a) = \operatorname{Sup} p \text{ tel que } a \in \mathcal{A}_p.$$

La filtration sera dite atteinte par la décomposition $\mathcal{A}_p$ qui la définit, lorsque pour tout a : $a \in \mathcal{A}_{f(a)}$, autrement dit : $\mathcal{A}^{p-0} = \bigcap_{\varepsilon > 0} \mathcal{A}_{p-\varepsilon} = \mathcal{A}_p$ pour tout $p \in \mathrm{R}'$.

Exemple. — $\mathcal{J}$ étant un idéal bilatère d'un anneau à filtration réelle $\mathcal{A}$, l'une ou l'autre des décompositions $(\mathcal{A}^{p-0} + \mathcal{J})/\mathcal{J}$, $p \in \mathrm{R}$, ou $(\mathcal{A}^p + \mathcal{J})/\mathcal{J}$, $p \in \mathrm{R}$, définit la filtration f' de $\mathcal{A}/\mathcal{J}$. Pour que f' soit atteinte par la première décomposition, il faut et il suffit que dans toute classe h de $\mathcal{A} \bmod \mathcal{J}$ la fonction f atteigne son maximum : il existe $a \in h$ tel que $f(a) = f'(h)$.

Application. — $\mathcal{A}$ est un anneau différentiel à filtration réelle; définissons $\mathcal{C}_s^{r-0}$ et $\mathcal{D}_p^{r-0}$: $a \in \mathcal{C}_s^{r-0}$ si $f(a) \geq r$, $f(\partial a) > s$; $a \in \mathcal{D}_p^{r-0}$ si $f(a) \geq r$, $a = \partial b$, $f(b) > p$.

L'anneau $\mathcal{C}_s^p/(\mathcal{C}_s^s + \mathcal{D}_p^p)$ est décomposé par les $\mathcal{C}_s^{q-0}/(\mathcal{C}_s^s + \mathcal{D}_p^{q-0})$, $p < q \leq s$. Dire que cette décomposition atteint la filtration qu'elle définit, signifie que :

$$\mathrm{E}(p, q-0, s, s) = \lim_{\varepsilon > 0} \mathcal{C}_s^{q-\varepsilon}/(\mathcal{C}_s^s + \mathcal{D}_p^{q-\varepsilon}) = \mathcal{C}_s^{q-0}/(\mathcal{C}_s^s + \mathcal{D}_p^{q-0})$$

Il s'ensuit également que

$$\mathrm{E}(p, q-0, r, s) = \lim_{\varepsilon > 0} \mathcal{C}_s^{q-\varepsilon}/(\mathcal{C}_s^r + \mathcal{D}_p^{q-\varepsilon}) = \mathcal{C}_s^{q-0}/(\mathcal{C}_s^r + \mathcal{D}_p^{q-0})$$

Ceci a, entre autres conséquences, la suivante : l'homomorphisme

$$\mathrm{E}(w, q-0, r, s) \to \mathrm{E}(p, q-0, r, s) \qquad (w \in \mathrm{R}', w > p) \quad \text{est sur.}$$

Dans le cas particulier où

$$p = -\infty, \qquad r = q, \qquad s = \infty, \qquad w = q - 0 : \mathcal{Q} \to \mathcal{H} \quad \text{est sur.}$$

La filtration d'un anneau différentiel à filtration réelle sera dite *accessible* lorsque la décomposition $\mathcal{C}_s^{q-0}/(\mathcal{C}_s^s + \mathcal{D}_p^{q-0})$ de $\mathcal{C}_s^p/(\mathcal{C}_s^s + \mathcal{D}_p^p)$ atteint la filtration qu'elle définit, ceci pour tous $p \in (-\infty) \cup \mathrm{R}$, $s \in \mathrm{R} \cup \infty$.

3. Soient X, un espace topologique, φ, une fonction numérique sur X, $\mathcal{A}$ l'anneau, des cochaînes singulières sur X, à valeurs dans un corps G.

---

(3) Avec l'homologie de Čech, on obtient une théorie satisfaisante dans ce cas : *cf.* (2).

Filtrons $\mathcal{A}$ par

$$f(0) = \infty,$$

si $a \neq 0$, $f(a) = \operatorname{Sup} p$ tel que a soit nul sur les simplexes singuliers de $\varphi \leq p$.

THÉORÈME. — *La filtration de $\mathcal{A}$ ainsi définie est accessible.*

TOPOLOGIE ALGÉBRIQUE. — *Sur les anneaux spectraux de certaines classes d'applications.* III. *Fonctions numériques (différentiables).* Note de M. **István Fáry**, présentée par M. Paul Montel.

Nous étudions la variation du faisceau $\mathcal{B}$, c'est-à-dire celle de $H(\alpha \leq f \leq \beta)$, en supposant que f a les propriétés énumérées au n° 1. Comme chaque niveau critique contient des points critiques, on peut *estimer* la variation locale de $\mathcal{B}$, si l'on connaît le comportement de f aux points critiques : EH (IH) est un quotient (un sous-module) d'une somme directe d'anneaux de cohomologie d'hypersurfaces algébriques réelles.

1. X désigne dans cette Note une variété indéfiniment différentiable à n dimensions. f est une fonction indéfiniment différentiable partout définie dans X. Toutes les notations usuelles des Notes I, II [1] sont conservées et se rapportent à cette fonction. Nous supposons que, outre a, b (Note II, n° 2), f a les propriétés suivantes :

c. La différentielle totale $df(x, dx)$ de f ne s'annule identiquement en dx qu'aux points $c_j \in X$, qui constituent un *ensemble discret*. Au voisinage de c_j il existe un système de coordonnées locales (x_i), tel que

$$f(x_1, \ldots, x_n) = \gamma'_k + P_j(x_1, \ldots, x_n), \qquad \gamma'_k = f(c_j) \tag{1}$$

$$\sum_i \left(\frac{\partial P_j}{\partial x_i}\right)^2 > 0, \qquad \text{si } x \neq c_j, \tag{2}$$

où P_j est un *polynome homogène* de degré ≥ 2 [2]. L'hypersurface algébrique réelle $P_j^\alpha : P_j(x) = \alpha - \gamma'_k$ est dite attachée au point c_j.

2. En considérant le gradient de f dans une métrique riemannienne quelconque de X et en utilisant la propriété a de f, on démontre que α est une valeur ordinaire, si F_α ne contient pas de points c_j. Par conséquent, *chaque valeur critique γ_l est un γ'_k* [3].

3. Soit $X = R^n$ un espace euclidien, $f = P$ un polynome homogène de degré ≥ 2 satisfaisant à (2). 0 est la seule valeur critique de P. $F_\alpha : P(x) = \alpha$

---

[1] Cette Note fait suite à la Note I, des *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 686 et à la Note II, *ibid.*, p. 780.

[2] On peut introduire un tel système de coordonnées (x_i), si f admet un développement limité au voisinage de c_j, qui commence par les termes du second membre de (1), et dont le reste satisfait à certaines conditions. Ces conditions sont remplies en particulier, si f est analytique au voisinge de c_j.

[3] Ces propositions ne sont pas valables si f n'a pas la propriété a.

est une hypersurface algébrique réelle pour $\alpha \neq 0$; F_0 est un cône sans génératrice double. Soit V un voisinage *ouvert* de l'origine de R^n. Si $|\alpha|$ est suffisamment petit

(4) l'injection $H(F_\alpha \cap V) \to H(F_\alpha)$ est un homomorphisme *sur*.

Si V *est convenablement choisi, l'injection* (4) *est un isomorphisme*. Nous avons

(5) $$TH_\alpha = EH_\alpha = H(F_\alpha)$$

(6) $$H(F_0) = H(F_{-\alpha}) + H(F_\alpha) \qquad (\alpha \neq 0).$$

Ces relations montrent que l'origine de R^n est un point critique de P [4]. En effet, d'après (4) et (5), o est une valeur critique de la restriction de P à V.

On démontre que la section $H(F_\alpha) \to (F_\alpha \cap \overline{V})$ est nulle, pour chaque petit voisinage compact $\overline{V}$ de $x = 0$. L'équation (5) de la Note II est vérifiée.

4. Reprenons les notations du n° 1. Dans un petit voisinage de c_j, $f - \gamma'_k$ est identique à la restriction de P_j à un voisinage de l'origine de R^n. Par conséquent *chaque point c_j est un point critique de f* [4].

5. Dans ce qui suit, (α_0, β_0) est un intervalle qui contient la seule valeur critique γ, et $\alpha_0 \leq \alpha < \gamma < \beta \leq \beta_0$. C désigne l'ensemble des points critiques de F_γ. D'après les résultats précédents nous pouvons construire un voisinage *ouvert* V de l'ensemble discret C, tel que

(7) $$H(F_\alpha \cap V) = \Sigma H(P_j^\alpha),$$

où le second membre est la somme directe des anneaux de cohomologie des hypersurfaces attachées aux points critiques de F_γ [5]. Dans le diagramme (8), les homomorphismes sont des injections et des sections de $F_I = (\alpha \leq f \leq \beta)$.

(8) $$\begin{cases} H(F_\alpha \cap V) & \leftarrow & H(F_I \cap V) & \rightarrow & H(F_\beta \cap V) \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ H(F_\alpha) & \leftarrow & H(F_I) & \rightarrow & H(F_\beta) \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ H(F_\alpha - V) & \leftarrow & H(F_I - V) & \rightarrow & H(F_\beta - V) \end{cases}$$

Envisageons un $h_\alpha \in H(F_\alpha)$ contenant un cocycle a_α, tel que, si $\alpha \to \gamma$, le support $S(a_\alpha)$ converge vers un ensemble compris dans C. Dans ce cas h_α provient de $H(F_\alpha \cap V)$, et (4) et (5) montrent que $h_\alpha \in EH_\alpha$ (h_α est une classe *évanouissante*). On démontre la réciproque à l'aide du diagramme (8).

LEMME 1. — $EH_\alpha(\gamma)$ *est l'image de l'injection* $H(F_\alpha \cap V) \to H(F_\alpha)$.

COROLLAIRE 1. — $EH_\alpha(\gamma)$ *est un quotient de la somme directe des anneaux de cohomologie des hypersurfaces attachées aux points critiques de* F_γ.

---

(4) *Cf.* la définition (10) de la Note I.

(5) Si C est fini, V peut être construit dans un voisinage arbitraire de C.

6. Désignons par $\overline{V}$ l'adhérence de V. En utilisant un diagramme, où l'on fait intervenir $\overline{V}$, on démontre :

LEMME 2. — $TH_\alpha(\gamma)$ *est le noyau de la section* $H(F_\alpha) \to H(F_\alpha \cap \overline{V})$.

En d'autres termes : pour que $h_\alpha \in H(F_\alpha)$ appartienne à TH_α, il faut et il suffit qu'elle contienne un cocycle b_α, tel que, si $\alpha \to \gamma$, $\lim S(b_\alpha) \cap C = \emptyset$.

LEMME 3. — $IH_\alpha(\gamma)$ *est l'image de la section* $H(F_\alpha) \to H(F_\alpha \cap V)$.

COROLLAIRE 2. — $IH_\alpha(\gamma)$ *est isomorphe à un sous-module de*

$$H(F_\alpha \cap \overline{V}) = \Sigma H(P_j^\alpha \cap \overline{V}), \tag{9}$$

où la somme directe est prise sur les hypersurfaces attachées aux points critiques de F_γ [6].

PROPOSITION. — *Si l'anneau de coefficients* A *est un corps, il existe un isomorphisme canonique dans* $IH_\alpha^p(\gamma) \to EH_\alpha^q(\gamma)$ $(p+q=n-1)$. *Si* F_γ *est compact* $IH_\alpha^p(\gamma) = EH_\alpha^q(\gamma)$ [7].

GÉOMÉTRIE MÉTRIQUE. — *Principes de classification dans l'étude des trièdres et des tétraèdres.* Note de Mlle **GENEVIÈVE GUITEL**, présentée par M. René Garnier.

Classification des trièdres, tétraèdres, angles tétraèdres d'après le nombre de leurs éléments aigus ou obtus. Familles de tétraèdres et figures apparentées. Existence d'une infinité de trièdres, non trirectangles, égaux à leurs trièdres supplémentaires.

Position, par rapport à un tétraèdre, du centre de sa sphère circonscrite.

Ce travail s'inscrit dans le groupe des similitudes.

1. TRIÈDRES. — Nous avons démontré qu'il suffit de connaître le nombre total des éléments obtus d'un trièdre pour savoir comment ces éléments obtus sont disposés dans le trièdre. Nous appelons ce nombre le *genre* du trièdre. Un trièdre ayant 6 éléments, 7 cas seront donc à examiner; on démontre qu'ils sont tous réalisables. Un trièdre peut donc être de genre 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6. Les trièdres, de genres 1, 2, 3, ont un dièdre obtus; le trièdre de genre 4, deux dièdres obtus et les trièdres de genres 5 et 6 trois trièdres obtus.

THÉORÈME. — *Si un trièdre a ses trois dièdres aigus, il a ses trois faces aiguës.*

---

(6) Ces anneaux peuvent être exprimés à l'aide de la *cohomologie à supports non compacts de* P_j^α.

(7) Si nous appliquons les résultats de cette Note au cas où tous les P_j sont des formes quadratiques non dégénérées, nous retrouvons certains résultats de M. M. MORSE, *Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A.*, 38, 1952, p. 247.

Théorème. — *Si un trièdre a une face obtuse et une seule, il a un dièdre obtus et un seul.* On peut énoncer les cas corrélatifs. Comme la somme des genres d'un trièdre et de son trièdre supplémentaire est égale à 6, un trièdre de genre 3 a un trièdre supplémentaire de genre 3.

Théorème. — *Il existe une infinité de trièdres, non trirectangles, égaux à leurs propres trièdres supplémentaires*; a, b, c étant les faces du trièdre considéré, il suffira de prendre $a > \pi/2$, b tel que $\cot g(b/2) = \sin a$, $c = \pi - a$.

2. Parallélépipèdes. — Il n'existe que trois genres de parallélépipèdes, car tout parallélépipède qui possède un trièdre donné, possède aussi tous ceux qu'on en déduit en remplaçant une ou deux des arêtes du trièdre par leurs prolongements.

3. Tétraèdres. — Un premier examen fait penser que 29 genres sont possibles; 27 seulement sont réalisables. Il existe 1 genre ayant tous ses dièdres aigus, 6 genres ayant 1 dièdre obtus, 11 genres ayant 2 dièdres obtus opposés, 3 genres ayant 2 dièdres obtus concourants, 5 genres ayant 3 dièdres obtus appartenant au même trièdre et 1 genre ayant 3 dièdres obtus deux à deux concourants.

Théorème. — *Il n'existe aucun tétraèdre ayant 4 faces* (1) *obtuses appartenant aux 4 trièdres d'un tétraèdre.* Dans tout tétraèdre, il y a donc toujours un trièdre ayant toutes ses faces aiguës. On peut même constater que sur 27 genres de tétraèdres, il y en a 25 qui ont deux trièdres ayant toutes leurs faces aiguës.

Si l'on connaît le nombre total d'éléments obtus d'un tétraèdre, il est exceptionnel que l'on puisse en déduire son genre. Même si l'on connaît les genres de ses 4 trièdres, il y a encore, dans trois cas, deux structures possibles.

Une simple chaîne linéaire fait passer d'un trièdre de genre 0 à un trièdre de genre 6 par adjonction, chaque fois, d'un nouvel élément obtus. Avec les tétraèdres, pour passer du genre 0000 à n'importe quel autre genre par adjonctions successives d'un élément obtus et d'un seul, il faut se déplacer sur une figure de l'espace que nous proposons d'appeler la *résille des tétraèdres.*

Il y a 27 genres de tétraèdres quelconques et seulement 2 genres de tétraèdres orthocentriques, en se limitant aux cas généraux. C'est une nouvelle raison de comparer les tétraèdres orthocentriques aux triangles quelconques.

Centre de la sphère circonscrite à un tétraèdre. — Pour 22 genres, le centre est extérieur au tétraèdre; il lui est sûrement intérieur dans le cas d'un

---

(1) Le mot face doit être pris au sens de face pour un trièdre.

tétraèdre ayant comme seuls éléments obtus deux dièdres opposés, et il peut être intérieur ou extérieur pour les 4 derniers genres.

4. Angles tétraèdres. — Il n'existe que trois sortes d'angles tétraèdres : les angles tétraèdres convexes, les *tétracanthes*, les *tétracanthes inversés*. Un tétracanthe est un angle tétraèdre tel que la demi-droite opposée à l'une quelconque de ses arêtes soit intérieure au trièdre déterminé par les trois autres; on déduit un tétracanthe inversé d'un tétracanthe en substituant à l'une quelconque de ses arêtes la demi-droite qui lui est opposée.

Partant d'un tétraèdre et d'un point quelconque de l'espace, on peut construire un angle tétraèdre, ayant ce point comme sommet, et dont les arêtes sont perpendiculaires aux plans des faces du tétraèdre. Si le point donné est intérieur au tétraèdre, on formera ainsi un tétracanthe; s'il est situé à l'intérieur d'un trièdre tronqué ou dans un trièdre symétrique d'un des trièdres du tétraèdre, on obtient un tétracanthe inversé; enfin, s'il est dans les combles, un angle tétraèdre convexe. Les réciproques sont vraies.

L'énumération des genres des angles tétraèdres se fera donc à partir des tétraèdres. Chaque tétraèdre permet de construire un tétracanthe, 3 angles tétraèdres convexes, 4 tétracanthes inversés. Il y a 27 genres de tétraèdres, mais seulement 67 genres d'angles tétraèdres convexes au lieu de 81 et 78 genres de tétracanthes inversés au lieu de 108. Ceci est dû au fait que si un tétraèdre peut présenter un plan de symétrie ou un axe binaire, le nombre des angles tétraèdres convexes et des tétracanthes inversés qui en dérivent se trouve réduit.

Pour représenter les 67 genres d'angles tétraèdres convexes, les 78 genres de tétracanthes inversés, il faudra utiliser 3 résilles dans le premier cas, 4 dans le deuxième. Leurs points communs matérialiseront les symétries possibles du tétraèdre qui occuperait la même place sur la résille.

On peut utiliser, pour représenter les 7 genres de trièdres, des figures symboliques et un tableau à double entrée qui montre comment les *thèmes* de dièdres obtus s'associent avec les thèmes de faces obtuses ([2]). Nous avons aussi construit un tableau qui montre comment se répartissent les 27 genres de tétraèdres relativement aux 6 thèmes de dièdres et aux 12 thèmes de faces. Enfin, nous avons étendu la représentation symbolique des trièdres aux angles tétraèdres convexes et aux tétracanthes inversés, de sorte que l'on peut suivre, sur les résilles, les possibilités de passage d'une forme à une autre et sur des tableaux à double entrée la richesse de tel thème de dièdres ou de faces.

([2]) *Thème :* nombre et disposition des éléments (dièdres ou faces).

MÉCANIQUE. — *Transformations infinitésimales et intégration des équations différentielles de la Mécanique.* Note de M. **François Gallissot**, présentée par M. Henri Villat.

J'utilise les notations et opérateurs $i(x)$ et $\theta(x)$ définis par M. H. Cartan [1] : x étant un champ de vecteurs sur une variété V_{2n+1} à $(2n+1)$ dimensions, nous désignons : 1° par T l'ensemble de ces champs muni de sa structure de module sur l'anneau K des fonctions numériques; 2° par T′ le module des formes différentielles de degré 1 (module dual de T); 3° par A(T′) l'algèbre extérieure des formes extérieures de tous les degrés [2].

Soit $\Omega \in A(T')$ une forme différentielle de degré 2, de rang $2n$. Notre but est d'étudier les transformations infinitésimales du système d'équations différentielles Σ associé à Ω.

Lemme. — *Si* $X \in T$ *vérifie la relation*

$$\theta(X)\Omega = 0, \tag{1}$$

le système différentiel Σ *admet la transformation infinitésimale définie par* $\theta(X)$.

Théorème I. — *Si* $d\Omega = 0$, *à tout* X *vérifiant* (1) *correspond une intégrale première de* Σ *et réciproquement, en entendant par intégrale première une forme de Pfaff fermée qui s'annule sur les lignes intégrales.*

Ce théorème est une conséquence immédiate de la relation entre opérateurs i, θ, d [3],

$$\theta(x)\Omega = i(x)\, d\Omega + d(i(x)\Omega).$$

Ainsi à $X \in T$, $Y \in T$, correspondent respectivement les formes de Pfaff fermées π et σ et inversement, la correspondance étant définie par $i(X)\Omega = \pi$, $i(Y)\Omega = \sigma$. Au crochet de Lie $[X, Y]$ correspond le crochet $[\pi, \sigma]$ qui est le double de la différentielle de la parenthèse classique de Poisson dans le cas particulier où $\pi = df$, $\sigma = dg$, sont des différentielles exactes. Si $[X, Y] = 0$ (X et Y sont alors dits en involution), $[\pi, \sigma] = 0$, on n'obtient pas une intégrale première nouvelle; si $[X, Y] \neq 0$, $[\pi, \sigma]$ est effectivement égale à la différentielle d'une fonction de l'anneau K. A la structure du module des champs de vecteurs X tels que $\theta(X)\Omega = 0$ correspond par dualité la structure du module des différentielles des intégrales premières.

Théorème II. — *Si* $d\Omega = 0$, *à* n *champs de vecteurs* X^α (α : 1 *à* n) *vérifiant* (1) *et de plus deux à deux en involution correspondent* n *formes de Pfaff fermées* π^α.

---

(1) *Colloque de Topologie*, Bruxelles, 1950, Masson, Paris, 1951, p. 15 à 27. Les références à cet article seront notées C.

(2) Champs, variétés, fonctions, formes sont supposées indéfiniment différentiables.

(3) C. p. 18, relation III.

La forme $\widetilde{\Omega}$ induite dans toutes les variétés intégrales du système $\pi^\alpha = 0$ est nulle. L'intégration de Σ s'achève par quadratures.

En effet

$$\Omega = \sum_{\alpha=1}^{n} \pi_\alpha \wedge \pi^\alpha, \qquad d\Omega = d\pi_\alpha \wedge \pi^\alpha$$

en multipliant les deux membres de cette dernière relation par $\pi^1 \wedge \ldots \overset{/}{\pi^\alpha} \ldots \wedge \pi^n$ (4) *et tenant compte de* $d\Omega = 0$,

$$d\pi_\alpha = 0 \qquad [\bmod \pi^\alpha = 0;\ \alpha(1, n)].$$

Ce théorème complète la théorie de E. Cartan (5) pour les caractéristiques des formes de Pfaff.

V_{2n+1} étant rapportée à un système de coordonnées p_i, q^i, t, appelons forme canonique de Ω la forme $\sum_{j=1}^{n} dr_j \wedge ds^j$, r_j, s^j étant $2n$ fonctions de p_i, q^i, t.

Appelons T_c une transformation réduisant Ω à la forme canonique. Intégrer Σ revient à mettre Ω sous forme canonique, c'est-à-dire à déterminer une T_c. Dans le cas des équations de la mécanique $\Omega = dp_i \wedge dq^i - dH \wedge dt$, H fonction de p_i, q^i, t; pour obtenir une T_c on écrit que la forme $\pi = \Omega - \sum_{j=1}^{n} dr_j \wedge ds^j$ définie sur la variété V_{4n+1} est nulle sur les sous-variétés $r_j = r_j(p_i, q^i, t)$ $s^j = s^j(p_i, q^i, t)$.

On obtient ainsi les cas d'intégrabilité classiques : de Stäckel généralisé, Liouville, Delassus. On peut en obtenir d'autres. Exemples :

$$2H(p_i, q^i, t) = \sum_{j=1}^{n-1} [\gamma_j (p^j)^2 - 2\beta_j q^j p_j p_n] + q^n (p_n)^2 + \alpha q^n,$$

$$2H(p_i, q^i, t) = \sum_{j=1}^{n-1} [\gamma_j q^j (p_j)^2 + 2\beta_j q^j p_j p_n] + q^n (p_n)^2 + \alpha q^n;$$

α, β_j, γ^j étant $(2n-1)$ constantes.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Un enregistreur de profil de houle pour laboratoire.* Note de MM. **Lucien Santon** et **Clovis Marcou**, présentée par M. Joseph Pérès.

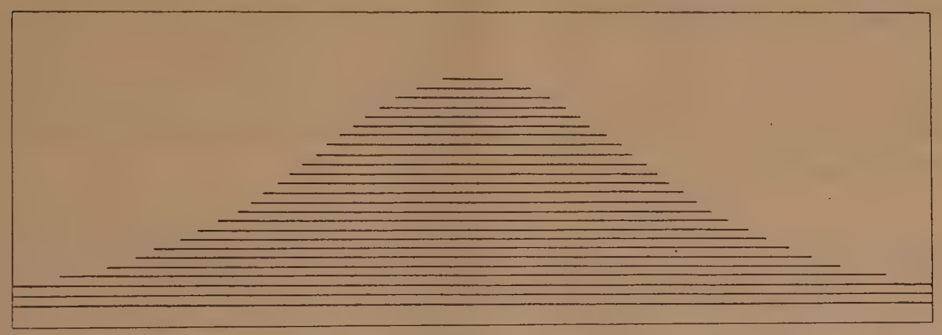
Nous avons réalisé au laboratoire d'Hydraulique de l'Institut Polytechnique de Grenoble un appareil simple permettant de déterminer la

(4) Cette notation signifie qu'on supprime π^α dans le produit $\pi^1 \wedge \ldots \wedge \pi^n$.

(5) *Cf.* E. Cartan, *Leçons sur les invariants intégraux*, Paris, Hermann, 1922, p. 119 à 121.

longueur d'onde et de tracer le profil d'une houle périodique obtenue en laboratoire, c'est-à-dire douée de périodes rigoureusement définies en temps T et en abscisses λ. La cote de la surface libre est une fonction périodique, de période 1 de la variable sans dimension $(t/T)-(x/\lambda)$. Plusieurs appareils utilisent déjà le rôle symétrique joué par les variables temps et abscisse, nous avons utilisé aussi la périodicité.

Une pointe d'abscisse fixe descend d'un mouvement uniforme et à une vitesse faible (de l'ordre de 1 mm/s). A sa rencontre avec l'eau, elle ferme un circuit électrique alimenté par un oscillateur à 5 000 Hz et qui comprend un stylet inscripteur en contact avec un cylindre enregistreur calé sur l'axe du volant qui entraîne le batteur. Le cylindre est recouvert de papier conducteur à couche superficielle sensible et le stylet est animé parallèlement aux génératrices du cylindre d'un mouvement uniforme. La vitesse de ce mouvement peut être la même que celle de la pointe ou en être un multiple connu si l'on veut accentuer la forme de la houle.



Exemple d'enregistrement de houle. (Pour la clarté du dessin on n'a représenté qu'un trait sur six et leur espacement a été doublé.)

Si la pointe et le stylet sont immobiles, la pointe étant à une cote intermédiaire entre les creux et les crêtes de la houle, au passage de chaque vague le circuit sera fermé pendant un certain temps et le stylet tracera un arc de cercle sur le cylindre. Après développement du papier l'inscription donnera un segment de droite et il y aura le même rapport entre la longueur du segment et celle de la circonférence, d'une part, la durée d'immersion et la période T, d'autre part, et aussi la longueur de la houle à la cote de la pointe et la longueur d'onde.

Si maintenant on déclenche les déplacements simultanés de la pointe et du chariot porte-stylet, on tracera des arcs d'hélice dont chacun aura la propriété précédemment donnée pour l'arc de cercle et qui, après développement, donneront des traits parallèles dessinant en hachures régulières et légèrement inclinées l'image du profil de la houle.

En fait cette image est distordue : les profondeurs sont représentées

à une échelle connue, mais la longueur d'onde, quelle que soit sa valeur, est toujours figurée par la circonférence du cylindre. Cette particularité, très utile pour la comparaison de houles de longueurs d'onde différentes, nécessite la détermination précise de cette grandeur.

L'appareil se prête aisément à cette mesure : il suffit de comparer les enregistrements donnés par deux pointes laissées fixes à la même cote et dont la différence des abscisses est bien connue. Chacun de ces enregistrements, que l'on fera successivement et en déplaçant légèrement le chariot porte-stylet en passant de l'un à l'autre, sera constitué comme on l'a vu plus haut par un arc de cercle. Il y a proportionnalité entre le décalage des origines, ou des extrémités, de ces arcs et la longueur de la circonférence d'une part et la distance des pointes et la longueur d'onde d'autre part.

Une précision satisfaisante est obtenue en plaçant les pointes à une distance l'une de l'autre voisine d'une longueur d'onde et en amenant leurs extrémités à une cote pour laquelle la houle présente la pente maximum. Cette dernière condition est convenablement satisfaite si les pointes affleurent l'eau immobile.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur le passage par la vitesse du son au cours de la détente d'un gaz en combustion.* Note de M. **Max Serruys**, présentée par M. Armand de Gramont.

Méthode de calcul différentiel simple permettant d'élucider l'influence des différents facteurs qui interviennent dans l'écoulement laminaire varié, dans une tuyère de profil quelconque, d'un mélange gazeux (dénué de viscosité) en cours de combustion ; et de préciser la condition à satisfaire pour que les gradients de vitesse et de pression restent finis au passage de la « vitesse du son ».

Prenant pour base des calculs les équations fondamentales et classiques :

1° de la Mécanique des fluides (pour un axe Os tangent à la trajectoires) :

$$\frac{dW}{dt} = \frac{\partial W}{\partial t} + W\frac{\partial W}{\partial s} = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial s};$$

2° de continuité :

$$\frac{\partial(\rho \Sigma W)}{\partial s} + \frac{\partial(\rho \Sigma)}{\partial t} = 0;$$

3° de conservation de l'énergie :

$$d\left(\frac{1}{2}W^2\right) + dU + dE = dQ + d\mathfrak{T}$$

(où E représente l'énergie potentielle chimique du mélange gazeux à l'instant t et dans la tranche Σ considérés).

4° d'état du fluide (supposé dénué de viscosité).

$$\frac{P}{\rho} = \frac{R}{M}T$$

et admettant qu'on a affaire à un écoulement varié, mais laminaire, dans une tuyère quelconque mais de profil invariable, on a obtenu l'équation différentielle suivante définissant le gradient de vitesse :

$$\left(\frac{a^2-W^2}{\gamma-1}\right)\frac{\partial W}{\partial s}=\frac{W}{\gamma-1}\frac{\partial W}{\partial t}+\frac{dQ-dE}{dt}-\frac{a^2}{\gamma-1}\frac{1}{M}\frac{dM}{dt}-a^2\frac{W}{\gamma-1}\frac{1}{\Sigma}\frac{\partial\Sigma}{\partial s}$$

et l'équation relative au gradient de pression

$$-(a^2-W^2)\frac{\partial P}{\partial s}=\rho a^2\frac{\partial W}{\partial t}+\rho W\left[(\gamma-1)\frac{dQ-dE}{dt}-\frac{a^2}{M}\frac{\partial M}{\partial t}\right]-\rho a^2 W^2\frac{1}{\Sigma}\frac{\partial\Sigma}{\partial s}.$$

Ces deux équations mettent en évidence :

1° La possibilité de donner à la divergence de la tuyère $(1/\Sigma)(\partial\Sigma/\partial s)$, au flux d'énergie $(dQ-dE)/dt$, à la variation de masse moléculaire moyenne $(1/M)(dM/dt)$, et même à l'accélération de l'écoulement $(\partial W/\partial t)$, *n'importe quelles valeurs*, pour les vitesses autres que la « vitesse du son » $a=\sqrt{\gamma(R/M)T}$;

2° La possibilité d'assimiler *au point de vue des gradients de vitesse et de pression* l'écoulement avec combustion (ou apport de chaleur) en question, à un écoulement adiabatique réversible, à condition d'admettre pour la divergence de la tuyère la valeur fictive

$$\frac{d\Sigma}{\Sigma}+\frac{dM}{M}-\frac{dQ-dE}{CT};$$

3° la nécessité pour les paramètres cités au 1° d'obéir à la relation

$$W\frac{\partial W}{\partial t}+(\gamma-1)\frac{dQ-dE}{dt}-\frac{a^2}{M}\frac{dM}{dt}-a^2\frac{W}{\Sigma}\frac{\partial\Sigma}{\partial s}=0$$

pour que les gradients de vitesse et de pression restent finis dans la section Σ où la vitesse du fluide devient égale à la « vitesse du son » a;

4° l'apparition nécessaire de deux ondes de choc de sens inverses au voisinage de la section où le fluide atteint la « vitesse du son » a si la relation citée au 3° n'est pas satisfaite.

Les calculs développés sur la base des équations en question permettent en outre de préciser l'influence propre des différents paramètres ci-dessus mentionnés sur la vitesse, la pression, la température, la densité, et même l'exposant de l'évolution polytropique « tangente » à l'évolution réelle du fluide dans la section considérée, et ce, tant dans le cas général que dans les principaux cas particuliers à envisager (régime permanent, détente isentropique, tuyère cylindrique, etc.).

Les conclusions correspondantes et en particulier la séparation des sections correspondant au col et à la « vitesse du son », dans l'écoulement permanent avec apport de chaleur et l'effet accélérateur d'une soustraction de chaleur aux vitesses supersoniques feront l'objet d'une publication très prochaine.

ASTROPHYSIQUE. — *Observation de* AE Aquarii.

Note (*) de M. François Lenouvel, présentée par M. André Danjon.

Du 20 juin au 2 juillet 1952, nous avons observé l'étoile variable AE *Aqr* au télescope de 120 cm de l'Observatoire de Haute-Provence avec le photomètre précédemment décrit ([1]). Les principaux résultats de sept nuits d'observation, représentant un total de 18 h de mesures, sont résumés ici. Cette étude nous a été suggérée par ([2]), et son intérêt avait déjà été soulevé dans ([3]) et ([4]). Le spectre est désigné comme « peculiar » dans la liste ([5]), qui contient des étoiles à raies H et K en émission. AE *Aqr* est une variable qui présente de brusques explosions, aussi nous avons pensé qu'un enregistrement continu en plusieurs couleurs nous permettrait d'obtenir des détails sur la courbe de lumière. Les trois filtres colorés utilisés ont 1 mm d'épaisseur, ce sont les verres de Schott UG 1, BG 12 et OG 4 A. L'étoile de comparaison choisie a pour coordonnées : 20 h 34 m 40 s, $-1^\circ 21'$, (1900,0).

Nous avons consacré le début de la nuit du 22 juin, à rattacher nos mesures photoélectriques aux échelles internationales de magnitude et d'indice de couleur. Sept étoiles de la séquence polaire Nord ont été mesurées; on en déduit les valeurs suivantes pour l'étoile de comparaison :

m_{py}...... 11,26 m_{pg}...... 11,73 C_{Int}....... 0,47

Pendant les trois premières nuits, nous avons observé alternativement AE *Aqr* à travers les filtres bleu et jaune. La remarque faite dans ([6]) nous a incité à effectuer quelques mesures les nuits suivantes en ultraviolet.

La figure 1 donne deux exemples des courbes de lumière où nous avons aussi reporté les mesures faites en ultraviolet. L'examen de l'ensemble des courbes de lumière conduit aux résultats suivants.

L'instant comme l'amplitude de l'explosion sont des phénomènes erratiques. La période moyenne des explosions semble de l'ordre de 50 m. La courbe de lumière montre des ondulations lentes et irrégulières auxquelles se superposent des explosions. Les ondulations lentes ont une amplitude un peu inférieure à celle des explosions, mais elles s'étendent sur une durée de plusieurs heures. Les explosions durent de 5 à 10 m et la pente de la phase montante est toujours supérieure à celle de la phase descendante. Sur les

---

(*) Séance du 1er septembre 1952.

([1]) *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 385.

([2]) *Sky and Telescope*, juin 1952, p. 204.

([3]) *Pop. Astr.*, 55, p. 557.

([4]) *Pop. Astr.*, 56, p. 162.

([5]) *Ap. J.*, 109, p. 231.

([6]) *The Story of Variable Stars by Campbell and Jacchia*, p. 154.

22 explosions enregistrées, certaines s'imbriquent l'une dans l'autre; on retrouve le 23 juin vers 23 h 50 et le 25 juin vers 0 h 50 (*fig.* 1) des explosions dont l'allure est comparable aux explosions observées sur une étoile analogue AD *Leo* (BD + 20° 2465) (7), (8).

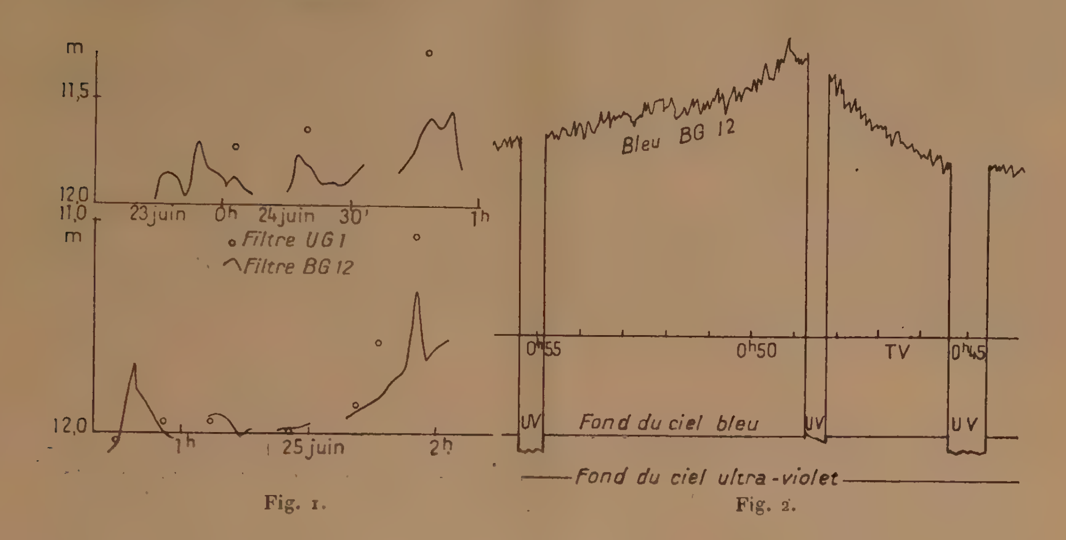


Fig. 1. Fig. 2.

La figure 2 reproduit l'enregistrement direct d'une explosion; la vitesse du déroulement était de 2 cm/m. Il n'y avait pas de phase constante au maximum mais un point anguleux. La rapidité des variations rend difficile l'étude

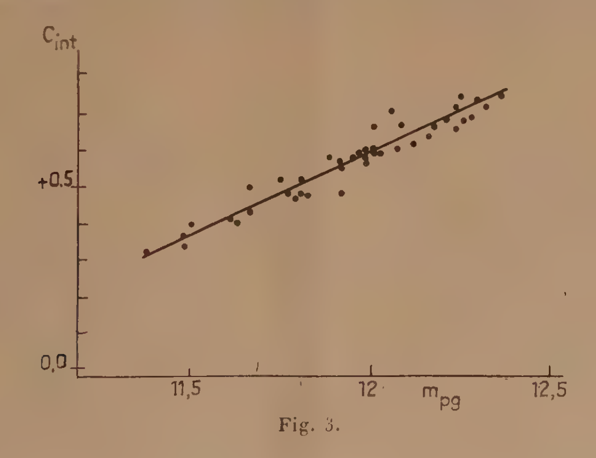


Fig. 3.

simultanée en deux couleurs, car rien ne permet de prévoir l'instant ni l'amplitude de l'explosion.

Nous avons toujours vérifié que l'amplitude de toutes les explosions variait

(7) *P. A. S. P.*, n° 61, 1949, p. 210.
(8) *P. A. S. P.*, n° 64, 1952, p. 129.

en sens inverse de la longueur d'onde effective employée. Il est donc intéressant de considérer la variation de l'indice de couleur et nous avons tracé (*fig.* 3) la courbe qui donne l'indice de couleur en fonction de la magnitude photographique. Les points s'alignent sur une droite et rien n'y distingue les explosions car à certaines magnitudes peut correspondre soit un point d'une phase calme mais lentement variable, soit un point d'une explosion. La même remarque peut être faite en considérant un indice de couleur bleu-ultraviolet.

Au cours de toutes nos observations, nous avons mesuré souvent l'étoile de comparaison au détriment de l'enregistrement continu de la variable. La perte d'une partie des mesures est largement compensée par la précision et la sécurité des résultats. Les mesures sur l'étoile de comparaison nous déterminent la droite de Bouguer de la nuit et la dispersion des points autour de cette droite nous renseigne sur l'ordre de grandeur des fluctuations de la transparence atmosphérique.

ASTROPHYSIQUE. — *Étude et résolution du grand nuage stellaire situé dans la direction du centre de la Voie Lactée.* Note de MM. **Jean Dufay, Joseph-Henri Bigay, Pierre Berthier** et **Jean Texereau**, présentée par M. André Danjon.

Le nuage brillant que les auteurs ont photographié au moyen des radiations du proche infrarouge a été, en grande partie, résolu en étoiles avec le télescope Schmidt de l'Observatoire de Haute-Provence. L'étude photométrique des clichés pris avec un objectif de plus courte longueur focale a permis, moyennant certaines hypothèses plausibles, d'évaluer l'absorption interstellaire totale dans l'infrarouge, le rouge et le bleu.

1. Les observations rapportées dans une Note précédente ([1]) suggéraient la possibilité de résoudre en étoiles le grand nuage brillant que nous avons photographié dans la direction du centre galactique au moyen des radiations du proche infrarouge. En dépit de sa courte longueur focale (59,4 cm, ouverture relative F/2), le télescope Schmidt de l'Observatoire de Haute-Provence, construit par A. Couder, nous a conduits à des résultats positifs. La résolution n'est sans doute encore que partielle dans la région centrale la plus dense du nuage, mais elle paraît complète dans les régions périphériques.

Désignons par B le nuage visible seulement en lumière infrarouge, par A le grand nuage du Sagittaire, bien visible en bleu, et par C la bande sombre intermédiaire. Des dénombrements d'étoiles effectués sur 1° carré dans les régions B et C nous ont donné :

pour $\lambda \simeq 4260$ Å, 2190 étoiles en B, 1270 en C (rapport 1,72);
pour $\lambda \simeq 8100$ Å, 3850 étoiles en B, 1110 en C (rapport 3,46).

([1]) J. Dufay, J. H. Bigay et P. Berthier, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 120.

L'augmentation du nombre d'étoiles dans le proche infrarouge porte essentiellement sur les astres les plus faibles, vraisemblablement situés derrière les masses absorbantes, qui sont près de 5 fois plus nombreux en B qu'en C et seulement 1,5 fois plus nombreux en lumière bleue. Pourtant quelques étoiles à peine visibles en bleu sont proéminentes sur les photographies infrarouges, où leur éclat peut surpasser celui des étoiles de la classe G de 7e magnitude photographique. Il s'agit sans doute de géantes rouges, dont l'indice de couleur est encore fortement accru par l'absorption insterstellaire.

2. L'étude photométrique des clichés obtenus précédemment ([1]) avec l'objectif de 160mm de longueur focale, où les plages brillantes ne sont pas résolues en étoiles, nous a permis d'autre part d'étudier la répartition de la brillance sur les régions A, B et C, pour des longueurs d'onde effectives voisines de 4260, 6560 et 8300 Å. Les isophotes infrarouges ressemblent à ceux qu'ont tracés Kaliniak, Krassovsky et Nikonov ([2]) au moyen de leur convertisseur d'images électronique ($\lambda \simeq 9800$ Å), bien que nous trouvions une séparation moins complète des nuages A et B vers le Sud.

3. Admettons provisoirement avec les astronomes russes que les nuages A et B font partie d'un même ensemble et que leur séparation apparente résulte de la superposition d'une bande absorbante plus opaque en C; supposons de plus que les trois régions A, B et C auraient en moyenne, abstraction faite de l'absorption, la même brillance propre N, pour une longueur d'onde déterminée. Soit R_B le rapport entre les brillances moyennes des régions A et B qui résulte de nos mesures. En désignant par L la brillance de la haute atmosphère, uniforme sur toute l'aire étudiée, et par T_A et T_B les facteurs de transmission interstellaires relatifs aux deux régions, nous pouvons écrire

$$NT_B + L = R_B(NT_A + L). \tag{1}$$

Or la connaissance de l'excès de couleur de l'amas globulaire NGC 6522, englobé dans la région A ([3]) conduit à une valeur approchée de T_B pour $\lambda \simeq 4260$ Å et l'on peut évaluer les facteurs de transmission relatifs à d'autres longueurs d'onde au moyen de la courbe d'absorption de Whitford ([4]). La relation (1) permettrait donc de calculer, pour chacune des trois bandes spectrales étudiées, le facteur de transmission T_B, à condition de connaître le rapport L/N.

Mais les mesures relatives à la région C donnent une équation analogue, où figurent le rapport connu R_C des brillances moyennes en C et en A, et le fac-

---

([2]) *Izvestia de l'Observatoire de Crimée*, 6, 1951, p. 119.

([3]) J. Stebbins et A. E. Whitford, *Astrophysical Journal*, 84, 1936, p. 132.

([4]) *Astrophysical Journal*, 107, 1948, p. 102. On suppose qu'il n'y a pas d'absorption neutre, conformément au résultat obtenu par l'un de nous (J. Dufay, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 1277).

teur de transmission T_C. Comme la lumière transmise est très petite en C, en négligeant, dans cette dernière équation, le produit NT_C par rapport à L, on obtient une limite supérieure de L/N, qui, portée dans (1), donne une limite inférieure de T_B, ou, si l'on préfère, une limite supérieure de l'absorption correspondante en magnitude Δm_B. L'approximation ainsi réalisée suffit certainement pour les petites longueurs d'onde, mais elle doit être moins satisfaisante dans l'infrarouge. Les éléments et les résultats des calculs sont rassemblés dans le Tableau ci-dessous :

λ.	T_A.	R_C.	$\frac{L}{N}$.	R_B.	T_B.	Δm_B.
4260 Å	0,092	0,55	0,112	0,59	0,0088	5,14 magn
6560 Å	0,27	0,51	$\leq$0,29	0,64	$\geq$0,069	$\leq$2,90 »
8300 Å	0,47	0,65	$<$0,86	0,77	$>$0,166	$<$1,95 »

Ces résultats sont assez cohérents, car, d'après la courbe d'absorption de Whitford, à $\Delta m_B = 5{,}14$ magn pour 4260 Å, correspondraient respectivement pour 6560 et 8300 Å $\Delta m_B = 2{,}80$ et 1,63 magn. On retiendra de cette discussion que l'absorption totale devant le nuage B peut être de l'ordre de 5, 3 et moins de 2 magnitudes dans chacune des bandes spectrales considérées.

4. D'après les étoiles les plus brillantes de l'amas NGC 6522, Baade [5] estime à 9000 parsecs environ (compte tenu de l'absorption) la distance du nuage A, dont la population stellaire appartient au type II. L'ensemble des régions A, B et C, toujours supposées liées entre elles, représenterait alors un nuage d'environ 1600 parsecs de diamètre, qui pourrait constituer ou contenir le noyau central de la Voie Lactée.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur une image simple des phénomènes de fission nucléaire*. Note de M. **Daniel Curie**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Pour expliquer l'asymétrie de la fission, on considère le noyau d'uranium comme constitué d'un cœur saturé entouré d'une membrane de nucléons, la fission consistant en l'arrachement de cette membrane. Applications à l'allure de la courbe des rendements de fission et à la loi de variation des vies de fission spontanée en fonction de Z^2/A.

De nombreuses tentatives ont été faites pour expliquer la différence des masses des deux fragments de fission; mais aucune ne donne l'image concrète simple que l'on attendrait devant l'importance du phénomène : la fission de ^{235}U par neutrons lents en deux fragments de masses respectives $\approx$ 95 et 140 étant plusieurs centaines de fois plus probable que la fission symétrique.

---

(5) *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 58, 1946, p. 249.

1. Nous avons examiné une première possibilité d'explication : Revenant à la théorie élémentaire de la fission (*voir* Fermi, *Nuclear Physics*), on considère la fission comme le passage d'une particule à travers ou par dessus une barrière coulombienne, dont la hauteur B est proportionnelle au produit des Z des fragments de fission et donc maximum pour la fission symétrique.

Mais l'énergie disponible E (différence des masses) est alors aussi maximum, et le calcul montre que la fission symétrique reste la plus probable. *Il est donc douteux qu'un raffinement des considérations de barrière de potentiel et d'énergie disponible conduise à une asymétrie importante.*

Cependant, on trouve ainsi que la hauteur effective de la barrière $\beta = B - E$ est proportionnelle à $A^{2/3}(x_{\text{lim}} - x)$, où $x = Z^2/A$, rendant compte *grosso modo* de la loi empirique récemment mise en évidence de variation des vies de fission spontanée avec x [1]. De plus, x_{lim} peut être rendu égal à la valeur expérimentale 47 en calculant la barrière B lorsque les deux fragments de fission sont séparés par une distance de l'ordre du rayon d'action des forces nucléaires.

2. Ainsi l'asymétrie de la fission doit être reliée aux probabilités de préformation des différents couples de noyaux avant expulsion. L'influence de la structure en couches sur ces probabilités a été postulée depuis longtemps. Mais l'émission d'un noyau de nombre magique déterminé ne peut expliquer que le rôle particulier de ce noyau par rapport à ceux immédiatement voisins, et non l'allure générale de la courbe de rendement.

Nous considérons *les couches nucléaires, en première approximation, comme constituant réellement des couronnes concentriques.* Cette idée a un support expérimental dans l'examen détaillé de la loi d'augmentation des rayons nucléaires avec le nombre de masse [2].

Il est alors naturel d'admettre que *le noyau d'uranium est constitué par un cœur central saturé, entouré d'une couronne de nucléons.* Yasaki et Miyatake [3] ont déjà étudié théoriquement la déformation d'une goutte liquide possédant un tel cœur indéformable. Leurs calculs, très complexes, conduisent à l'asymétrie, mais ne peuvent se traduire par une image simple, et de plus le cœur postulé semble peu admissible (excès de protons, masse insuffisante).

Nous proposons d'envisager la fission comme *l'arrachement de la couronne de nucléons,* supposée peu liée au cœur, qui fournira le fragment lourd; la couronne une fois déchirée en un point se rassemblera en un fragment

---

(1) W. J WHITEHOUSE et W. GALBRAITH, *Nature*, 169, 1952, p. 494; G. T. SEABORG, *Phys. Rev.*, 85, 1952, p. 157.

(2) D. CURIE, *J. Phys. Rad.*, 12, 1951, p. 941.

(3) *Phys. Rev.*, 79, 1950, p. 740; *Phys. Rev.*, 80, 1950, p. 754.

plus léger, l'énergie d'interaction de ses nucléons étant supérieure à leur énergie d'interaction avec les nucléons du cœur.

Nous considérons qu'il y a tendance à la formation d'un cœur doublement magique, comprenant 50 protons et 82 neutrons. Ce noyau (^{132}Sn) n'existe pas dans la nature; mais il est admissible de lui supposer une certaine stabilité dans le noyau d'uranium, de même que le neutron est stable dans un noyau et instable à l'extérieur (les isotopes ^{130}Sn et ^{131}Sn sont connus, avec les périodes respectives 3 jours et 5 h, soit déjà longues devant celle du neutron).

On voit aisément que la couronne extérieure est très mince (épaisseur moyenne un nucléon) et fragile. En général, elle abandonnera quelques nucléons sur le cœur : c'est pourquoi le maximum est à $A = 140$.

Remarquons qu'il n'est pas nécessaire de postuler l'existence constante d'un cœur à surface bien définie; il suffit d'admettre, entre cœur et couronne, une zone de moindre résistance pour que le noyau se coupe, du moins aux faibles énergies d'excitation, suivant cette zone. Notons qu'une déformation aussi compliquée qu'une déchirure suivie d'un regroupement de la couronne, puis de son arrachement définitif, ne peut certainement pas s'exprimer en fonction d'un nombre restreint de polynomes de Legendre comme dans les théories usuelles. La densité en protons du fragment léger sera de l'ordre de 0,42, ce qui est confirmé par l'expérience.

La déchirure de la couronne peut également se produire spontanément : si un proton s'éloigne du cœur à plus de 2 (potentiel en trou) à 4.10^{-13} cm (potentiel mésique), il n'est plus soumis, de la part du cœur, qu'à la force répulsive coulombienne. Mais les deux noyaux ainsi formés étant encore partiellement réunis, il leur faut quitter le puits de potentiel nucléaire, ce qui fait intervenir la barrière β calculée en 1.

Cette barrière, qui est minimum pour la fission symétrique, provoque une dissymétrie de la courbe des rendements de fission au voisinage des maxima, avantageant la partie centrale par rapport aux bords, ce que l'on observe effectivement.

MÉTROLOGIE. — *Méthode pour comparer une longueur à bouts et une longueur à traits.* Note de M. **Jean Terrien**, présentée par M. André Danjon.

On constitue une longueur à traits en prolongeant chaque extrémité de l'étalon à bouts par des abouts transparents tracés, sans contact matériel.

La méthode préférée pour comparer un étalon à bouts et un étalon à traits est celle utilisée pour la première fois par A. Bonhoure [1] et qui

[1] *Procès-Verbaux, Comité International des Poids et Mesures*, 1935, p. 30.

consiste à appliquer à chaque extrémité du premier une pièce auxiliaire, appelée about, sur laquelle est gravé un trait. L'étalon composite ainsi formé est comparé à un étalon à traits connu. Il faut tenir compte de l'épaisseur des abouts, que l'on détermine par une mesure interférentielle par exemple, mais la position du trait sur chacun d'eux n'intervient pas, car on mesure une deuxième fois l'étalon composite après avoir retourné les abouts.

La principale difficulté est d'assurer le contact des surfaces sans interposition de poussières ni déformation. On a pensé y parvenir avec des surfaces planes d'acier trempé, analogues à celles des calibres Johansson en acier, qui peuvent être mises en adhérence ([2]). L'épaisseur des films d'adhérence s'élimine en grande partie si elle se reproduit fidèlement; mais les adhérences ne semblent pas se reproduire toujours d'une façon identique ([3]).

De plus, les traits de l'étalon composite doivent être sur la fibre neutre; or, il n'est pas toujours facile d'effectuer le tracé au fond d'une cavité au centre des abouts. Enfin, la méthode d'adhérence n'est applicable qu'à des étalons à bouts plans, et même pour ces derniers, il est difficile de tenir compte des légers défauts de planéité qui déforment les surfaces lorsqu'elles sont en adhérence.

Dans la méthode nouvelle que je propose, on opère selon des principes analogues, mais les abouts en acier sont remplacés par des abouts transparents formés de blocs plan-parallèles en verre ou en silice fondue dont on mesure l'épaisseur par les interférences. Il en résulte plusieurs avantages :

1° Le contact n'est plus nécessaire, on laisse, entre les surfaces, une mince lame d'air mesurable par les interférences. Les incertitudes du contact sont donc éliminées.

2° Les traits sont tracés sur la face postérieure du bloc et observés par transparence; leur image, vue par réfraction, occupe une position fixe à l'intérieur de l'about, aux aberrations près qui sont négligeables dans les conditions habituelles et peut être amenée sur l'axe de l'étalon à bouts.

3° Les faces terminales de l'étalon à bouts peuvent être planes ou sphériques, elles ne sont déformées par aucun contact mécanique, leurs défauts sont visibles et mesurables par les interférences.

4° Les réglages géométriques nécessaires sont facilement contrôlables par des méthodes optiques.

([2]) Pour plus de détails, *voir* A. PÉRARD, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 497 et aussi J. E. SEARS, *Proc. Roy. Soc.*, A 186, 1946, p. 160, qui propose une méthode un peu différente de celle que nous avons indiquée.

([3]) C. F. BRUCE et W. A. F. CUNNINGHAM, *Austral. J. Appl. Science*, 3, 1952, p. 210, signalent des variations atteignant exceptionnellement 0,2 μ sur l'épaisseur du film d'adhérence.

5° Rappelons enfin que les vibrations lumineuses subissent une perte de phase à chaque réflexion. Dans notre méthode, les surfaces sont toujours localisées optiquement. L'étalon à bouts intervient uniquement par sa longueur optique, précisément celle que l'on obtient lorsqu'on le mesure avec une longueur d'onde étalon. La méthode se prêterait donc particulièrement bien à la mesure d'un étalon à traits à partir d'une longueur d'onde étalon, mesure qui deviendrait nécessaire pour connaître la longueur des mètres étalons à traits, si l'unité de longueur était définie, ainsi qu'on le propose, par une longueur d'onde étalon et non plus par le Mètre prototype international en platine iridié.

Cette méthode vient d'être mise à l'épreuve au Bureau International des Poids et Mesures par des expériences préliminaires, sans qu'aucune difficulté imprévue se soit présentée. Il semble que la précision de la comparaison de deux étalons, l'un à bouts et l'autre à traits, puisse ainsi rester celle de la comparaison de deux étalons de même type.

MAGNÉTISME. — *Influence de l'oxygène en solution solide dans les fers de haute pureté sur certaines propriétés magnétiques dans les champs alternatifs faibles.* Note de MM. **Jean Bourrat, Georges Chaudron** et **Israël Epelboin**, présentée par M. Eugène Darmois.

On sait que le champ coercitif et la perméabilité maximum ne sont pas liés directement au degré de pureté du fer (1). Il n'en est pas de même des propriétés magnétiques dans les champs faibles et les auteurs de cette Note ont établi des relations entre certaines caractéristiques magnétiques et la teneur en O_2 en solution solide dans les fers de haute pureté.

Les mesures sont effectuées avec quatre fers (2) longuement recuits dans l'hydrogène électrolytique pur et sec; les principales impuretés sont données dans le tableau ci-dessous.

Nature du fer.	Désignation.	Cu (%).	As (%).	Mn (%).	Ni (%).	Co (%).	S, C, N_2 et O_2 (%).
Fer spectroscopiquement pur....	S	0,0003	0,0004	0,0005	0,0081	0,0064	0,001 à 0,002
Fer chimique (Vitry)...........	C	0,0001	0,0001	0,0002	0,0007	0,0008	0,001 0,002
Fer obtenu par fusion oxydante et réductrice....................	F	0,0010	0,0000	0,0004	0,0108	0,0042	0,001 0,002
Fer électrolytique (Vitry)........	E	0,0010	0,0001	0,0002	0,0013	0,0200	0,001 0,002

Dans ces fers, nous avons introduit en solution solide une teneur déterminée d'oxygène. Un traitement thermique comportant après saturation un

(1) H. E. Cleveas et J. M. Hiegel, *J. Research Nat. Bureau of Standards*, 28, 1942, p. 643.

(2) J. Talbot et G. Chaudron, *Journées d'Automne de la S. F. M.*, Paris, 1952.

recuit sous vide à 950° suivi d'un refroidissement assez rapide jusqu'à 500°, puis beaucoup plus lent jusqu'à la température ambiante, évite les trop fortes tensions de trempe et permet de conserver intégralement l'oxygène en solution solide; nous avons vérifié ce résultat par micrographie ([3]).

Nos mesures portent sur une quantité de métal assez faible, de l'ordre de 0,3 g (le noyau magnétique ne comporte qu'un seul anneau). Nous relevons en fonction de l'amplitude du champ ($H \leqq 21$ m Oe) et de la fréquence ($40\,\text{Hz} \leqq f \leqq 10\,\text{KHz}$) la perméabilité complexe $\overline{\mu} = \mu_1 - j\mu_2$. Tous les échantillons étudiés obéissent à la loi de Rayleigh $\mu_a = \mu_0 + 2bH$, μ_0 et b étant les coefficients de Rayleigh et μ_a la perméabilité d'amplitude mesurée en basse fréquence ou calculée à partir de $\overline{\mu}$ pour $f \to 0$. Avec de faibles pertes

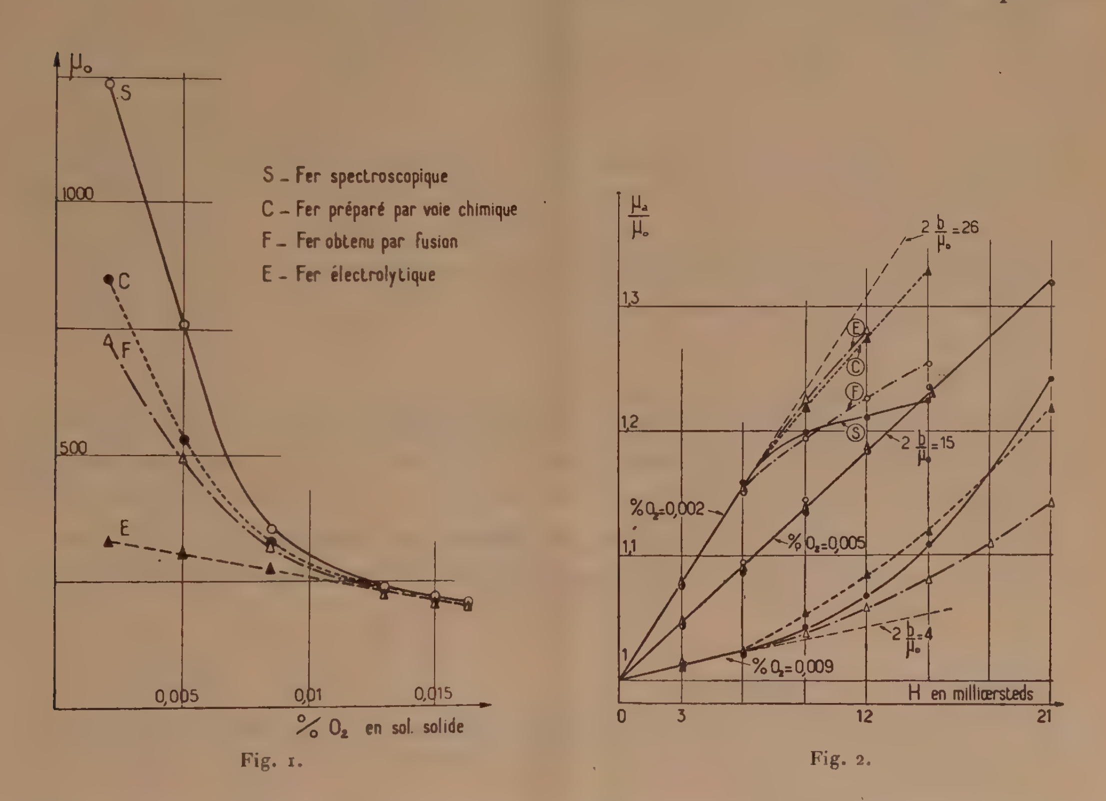


Fig. 1.

Fig. 2.

magnétiques ($\mu_2/\mu_1 \leqq 0,2$), nous avons obtenu $\mu_2/\mu_1 = \varepsilon + 2\pi^2 e^2 \mu_0 (1 + \varepsilon^2)/3\rho_a$ e, épaisseur du ruban, ε, constante de traînage de Jordan (toujours inférieure ici à 10^{-3}) et ρ_a résistivité apparente, en général différente de la résistivité électrique ρ. Dans le domaine de fréquences et de champs étudiés, la durée de stabilisation de l'aimantation est négligeable.

Nous avons choisi l'épaisseur du ruban (100 μ), d'une part pour éviter

([3]) J. Bourrat, *Journées d'Automne de la S. F. M.*, Paris, 1952.

l'influence perturbatrice des domaines de Weiss, d'autre part, pour permettre une purification plus complète dans H_2 à la température de 850° pendant un temps de l'ordre de 14 jours ([4]).

La figure 1 indique les variations de la perméabilité initiale μ_0 en fonction de la teneur en O_2 en solution solide; on constate que l'influence des impuretés métalliques est prépondérante lorsque la quantité de O_2 dissoute est faible. Cette influence s'estompe à mesure que croît la teneur en oxygène et elle s'annule sensiblement pour une teneur voisine de 0,013 % ; la seule impureté métalloïdique (O_2) détermine alors les variations de la perméabilité initiale. Signalons que ρ_a croît considérablement quand la teneur en O_2 dissous augmente. On a alors $\rho/\rho_a < 1$.

Lorsque la teneur en O_2 est faible, il semble possible toutefois de la relier à une autre variable qui est l'hystérésis magnétique. Donnons à l'équation de la courbe d'aimantation la forme $\mu_a/\mu_0 = f(H)$ (*fig.* 2). On constate qu'à l'intérieur du domaine de Rayleigh (portion rectiligne de la courbe), la pente est la même pour les quatre fers et dépend uniquement de la teneur en O_2 en solution solide, les impuretés métalliques n'intervenant pas. En effet, le coefficient $2b/\mu_0$ prend des valeurs nettement différentes. Au delà du domaine de Rayleigh, les courbes représentatives s'écartent différemment de la droite et l'écart, négatif aux très faibles teneurs devient positif quand croît la teneur en oxygène.

Dans les fers de haute pureté, le rapport $2b/\mu_0$ entre les déplacements irréversibles et réversibles des parois de Bloch semble dépendre uniquement de la teneur en oxygène. Nos mesures donnent également des renseignements sur la mobilité des impuretés métalloïdiques. Nous les poursuivons en vue d'étudier le comportement d'autres impuretés de plus faibles rayons atomiques susceptibles de modifier sensiblement la durée de stabilisation de l'aimantation ([5]).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Spectres Raman des solutions d'acide acétique dans l'eau.*

Note (*) de Mme Suzanne Fénéant, présentée par M. Jean Cabannes.

Le schéma (I) suivant représente les spectres Raman des mélanges d'acide acétique et d'eau. Lorsqu'on passe de l'acide pur aux solutions de plus en plus diluées, les modifications spectrales sont les suivantes :

([4]) I. Epelboin, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 338.

([5]) L. Neel, *J. Phys. Rad.*, 13, 1952, p. 249.

(*) Séance du 17 novembre 1952.

1° Léger déplacement de la raie 442 cm^{-1}.

2° Augmentation d'intensité de la raie faible 600 cm^{-1} par rapport à la raie voisine intense 617 cm^{-1}.

3° Élargissement de la raie 900 cm^{-1} avec léger déplacement vers les basses fréquences que l'on peut interpréter comme étant dû au renforcement de la raie faible 880 cm^{-1} voisine de 900 cm^{-1} sur le spectre de l'acide pur.

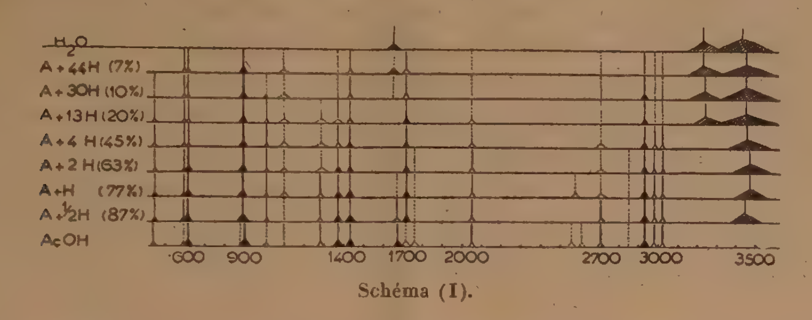


Schéma (I).

4° Renforcement par rapport aux autres raies du spectre de l'acide acétique, de la raie faible 1 020 cm^{-1}.

5° En ce qui concerne les raies caractéristiques de la liaison C = O, renforcement de la raie 1715 cm^{-1} et disparition concomitante de la raie 1670 cm^{-1} ainsi que l'avait indiqué Traynard (¹). La raie 1760 cm^{-1} subsiste très faible sur les spectres des solutions concentrées et disparaît en même temps que 1 670 cm^{-1}.

6° Pour les solutions assez diluées (moins de 25 % en poids d'acide acétique) la raie 1650 cm^{-1} du spectre de l'eau pure apparaît.

7° On n'observe aucune modification des trois raies : 2937, 2986, 3019 cm^{-1}, contrairement à ce qu'indique Batuev (²).

8° La bande — OH de l'eau (3430 cm^{-1} sur le spectre de l'eau pure) est déplacée vers les fréquences élevées. Le déplacement est maximum (45 cm^{-1}) pour les solutions à 63 et 78 %.

Dans une Note précédente (³), nous avons conclu que dans l'acide acétique pur, les molécules dimères peuvent se présenter, à la température ambiante, sous deux formes en équilibre, la forme (A) étant prédominante [schéma (II)].

$$CH_3-C\begin{matrix}\diagup O \cdots HO \diagdown \\ \diagdown OH \cdots O \diagup\end{matrix}C-CH_3 \rightleftarrows CH_3-C\begin{matrix}\diagup O \\ \diagdown OH\end{matrix} \quad \begin{matrix} O \diagdown \\ HO \diagup \end{matrix}C-CH_3$$

(A) (B)

(II)

(¹) TRAYNARD, *Bull. Soc. Chim.*, 1947, p. 316.

(²) *Doklady Akad. Nauk.* (*S. S. S. R.*), 58, 1948, p. 1117.

(³) S. FÉNÉANT, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 240.

Ces deux formes sont caractérisées entre autres par les raies Raman suivantes : (A) : 617, 900, 1670; (B) : 600, 880, 1 715 et 1760 cm^{-1}.

Ceci étant rappelé, nous interprétons les spectres des mélanges aqueux de la façon suivante. La disparition de la raie 1670 cm^{-1} caractéristique de la liaison C=O dans le dimère forme (A) et le renforcement concomitant de la raie 1715 cm^{-1} caractéristique de la liaison C=O... du dimère forme (B) (ainsi que celui des raies 600, 880 cm^{-1} attribuables à ce dernier) sont en liaison avec le déplacement de l'équilibre (II) vers la droite du fait de la fixation d'une molécule d'eau aux deux extrémités du dimère (B). D'ailleurs, l'affaiblissement et la disparition rapide de la raie 1760 cm^{-1} caractéristique d'un groupe C=O libre permettent bien de conclure qu'une molécule d'eau se fixe sur ce groupe, une autre molécule se fixant vraisemblablement sur l'oxhydrile terminal. La forme solvatée (B. $2H_2O$) serait ainsi beaucoup plus stable en solution que (B) [schéma (III)].

$$(B) + 2H_2O \rightleftarrows CH_3-C\begin{matrix}\nearrow O \cdot H_2O \\ \searrow OH\end{matrix}$$

$$\begin{matrix} O \\ H_2O \cdots HO \end{matrix} \rangle C-CH$$

(III)

Quand le nombre de molécules d'eau augmente, il y aurait rupture des molécules (B. $2H_2O$), hydratation des groupes —OH et —CO ainsi libérés, par formation de molécules monomères hydratées, comme l'indique l'étude cryoscopique ([4]) de ces solutions [schéma (IV)]

$$CH_3-C\begin{matrix}\nearrow O \ \ldots H_2O \\ \searrow OH \ldots OH_2\end{matrix}$$

(IV)

La liaison C=O d'un groupe carbonyle associé à une molécule H_2O ayant assurément une fréquence propre très voisine de celle de la liaison —C=O...HO que l'on trouve dans (B), le spectre des solutions assez diluées ne présente plus comme fréquence —CO que la raie 1715 cm^{-1} (sinon une autre très voisine non discernable de celle-ci).

Le déplacement de la bande —OH des molécules d'eau non engagées dans les hydrates, peut être interprété comme étant dû à la désassociation de ces molécules d'eau par les autres molécules ou hydrates présents dans le mélange. Ce déplacement est évidemment maximum (solutions de concentration voisine de 70 %) quand il n'y a que relativement peu d'eau. Pour des solutions de

---

([4]) Travail non encore publié.

plus en plus diluées, la position de la bande —OH tend vers celle du spectre de l'eau pure.

Les liaisons OH...O qui apparaissent par suite de la formation de l'hydrate ne sont pas mises en évidence sur le spectre. Cela peut tenir à ce que leur fréquence est voisine de celles des fréquences C—H, qui donnent lieu à des raies très intenses capables de masquer toute bande ou raie plus faible susceptible d'apparaître.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude radiocristallographique de l'hydruration du lanthane.* Note de M. **Bertrand Dreyfus-Alain**, présentée par M. Charles Mauguin.

Il y a lieu dans la Note précédente ([1]) de remplacer les données de la dernière colonne du tableau par les suivantes :

Rayons relatifs des atomes La.............	1	$0{,}999_5$	$1{,}07_2$	$1{,}10_4$
Volumes relatifs des réseaux métalliques...	1	$0{,}997_9$	$1{,}23_7$	$1{,}35_3$

D'après les déterminations directes des masses spécifiques effectuées par par A. Sieverts et A. Gotta ([2]), à partir d'un métal de composition suivante:

La.....	84,3 %	(impuretés : Pr, Nd, Yt comprises)
Ce.....	10,2	» »
Fe.....	0,9	» »
Al.....	0,6	» »
Si.....	0,2	» »

l'accroissement du volume spécifique dû à l'hydruration du lanthane est de l'ordre de 15 %.

Si cette valeur de l'expansion doit se trouver confirmée par des déterminations effectuées sur du métal de grande pureté et sur son hydrure, il y aura lieu de rechercher quelle est l'origine des écarts constatés entre cette valeur et celles qui correspondent aux expansions précisées par l'étude radiocristallographique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Nouveau procédé de détermination chromatographique sur papier de l'α-tocophérol.* Note de M. **Jean Guerillot**, Mme **Andrée Guerillot-Vinet** et Mlle **Liliane Delmas**, présentée par M. Maurice Javillier.

L'undécylate de fer employé comme phase stationnaire dans la chromatographie de partage sur papier de l'α-tocophérol présente plusieurs avantages : bon développement, séparation nette, réactif de révélation stable, apparition instantanée des taches et fixité des chromatogrammes.

([1]) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 540.
([2]) *Z. anorg. Allg. Chem.*, 172, 1928, p. 17.

Dans le but d'obtenir une méthode sensible et précise de séparation et de dosage de l'α-tocophérol dans les extraits d'origine biologique, nous avons étudié la chromatographie de partage sur papier de ce composé.

Comme il s'agit d'une vitamine liposoluble, nous avons d'abord utilisé le papier imprégné de vaseline préconisé par Winteringham et ses collaborateurs ([1]) et déjà utilisé par Brown et Blaxter pour l'étude des tocophérols ([2]), ([3]), en remplaçant l'α, α'-dipyridyl par une solution mixte de ferricyanure de potassium et de chlorure ferrique (technique de dosage colorimétrique de Mlle A. Vinet et P. Meunier) ([4]).

Mais, d'une part, la vaseline est un mélange d'hydrocarbures et de quelques impuretés; d'autre part, l'utilisation du réactif ferricyanhydrique, développateur instable, nécessite sa préparation au moment de chaque essai. De plus, il est difficile d'obtenir ainsi des chromatogrammes fixes.

Aussi avons-nous songé à incorporer le fer dans la phase stationnaire sous forme d'un sel ferrique d'un acide gras saturé à poids moléculaire moyen, ce savon ferrique remplaçant la vaseline. Après libération d'ions ferriques par l'acide chlorhydrique, il se forme des ions ferreux aux zones d'accumulation du tocophérol. Celles-ci sont facilement décelables par pulvérisation du ferricyanure de potassium employé seul (formation du bleu de Turnbull).

Après plusieurs essais, nous avons choisi, pour charger le papier (Whatman n° 1) un sel de fer de l'acide undécylique. Ce corps s'obtient à partir de l'acide undécylique et de l'hydroxyde ferrique; il cristallise en rouge brun et est insoluble dans les alcools méthylique ou éthylique et l'acétone, mais soluble dans l'éther et l'éther de pétrole.

Le papier est plongé dans une solution éthéropétrolique de ce sel à 0,6 g/l. Ce taux assez faible permet cependant un coefficient de partage de l'α-tocophérol qui se dépose avec un R_F de 0,6 à 20° C.

Nous procédons par chromatographie ascendante à l'obscurité en utilisant comme phase mobile un mélange de 80 % d'acétone et 20 % d'eau. Ce solvant donne de meilleures séparations dans les extraits biologiques que l'alcool étendu utilisé par Brown. Après développement (16 à 20 h), le papier est séché à l'air et révélé. Pour cela, on commence par pulvériser une solution alcoolique d'acide chlorhydrique à 2 %. Après nouveau séchage du papier, il suffit de vaporiser sur la feuille une solution aqueuse à 0,05 % de ferricyanure de potassium. Seule, l'apparition des taches bleues dues à la présence du tocophérol est instantanée, ce qui, en dehors

---

([1]) F. P. W. Winteringham, A. Harrison et R. G. Bridges, *Nature*, 166, 1950, p. 999.

([2]) *Chem. Indust.*, 29, 1951, p. 633.

([3]) F. Brown, *Biochem. J.*, 51, 1952, p. 237.

([4]) *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 23, 1941, p. 217.

du R_F, permet une caractérisation plus certaine de la vitamine. Pour fixer le chromatogramme, il suffit de le laver quelques instants à l'eau distillée qui enlève l'excès de réactif et de faire sécher à l'obscurité.

Cette méthode permet de déceler à la limite 1 γ d'α-tocophérol en solution pure.

Pour les extraits végétaux, il est nécessaire, comme l'indiquent Brown et Blaxter, de réaliser une purification déjà très poussée avant la séparation chromatographique sur papier. On part de l'insaponifiable qui est filtré sur une colonne adsorbante, par exemple de jagolite selon la technique de P. Meunier et Mlle A. Vinet ([5]). La majeure partie des stérols est précipitée à — 20° C dans l'alcool méthylique. L'élimination des stérols n'étant pas toujours complète et ceux-ci donnant la même réaction bleue après révélation, nous pouvons cependant les distinguer facilement du tocophérol : sur le chromatogramme, ils n'apparaissent que 5 mn après le tocophérol et le R_F est beaucoup plus élevé, comme nous l'avons vérifié avec des solutions pures.

Ainsi, par l'incorporation à la charge du papier d'une des parties actives du réactif du tocophérol, le fer ferrique, nous disposons d'un procédé qui nous permet de déceler des traces de cette vitamine, d'éliminer les substances étrangères réductrices, de révéler par un réactif stable et d'obtenir des chromatogrammes fixes.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'obtention de charges électriques macroscopiques à l'intérieur des solutions.* Note de M. **José Lima-de-Faria**, présentée par M. Louis de Broglie.

On présente des expériences qui semblent mettre en évidence la formation de charges électriques macroscopiques à l'intérieur des solutions dans des régions de très forte discontinuité du champ électrique. On donne une représentation schématique du mécanisme de l'accélération de réactions chimiques sous l'action d'un champ électrique.

D'après le mécanisme sur l'accélération de réactions chimiques entre ions de signes contraires, que nous avons exposé dans une Note précédente ([1]), la cause fondamentale de ce phénomène serait l'augmentation locale de concentration des ions, due à la formation de charges électriques à l'intérieur de la solution. L'idée de la neutralité électrique du point de vue macroscopique à l'intérieur des solutions étant jusqu'à présent presque généralement admise

([5]) *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 24, 1942, p. 365.

([1]) *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 948.

par les électrochimistes [2], il nous paraît important d'insister sur ce point et d'y ajouter quelques résultats expérimentaux.

D'une façon très schématique, on peut représenter par la figure ci-dessous ce qui doit se passer lorsqu'on fait diffuser une goutte d'une solution concentrée de $Pb(NO_3)_2$ dans une solution diluée de NaI, en utilisant un tube de verre en T, placé horizontalement et appliquant un champ électrique de 280 V par 15 cm.

La figure correspond à une coupure du tube par un plan horizontal dont seulement la partie centrale est représentée. Les flèches représentent le sens de la diffusion du $Pb(NO_3)_2$ dans le tube, A et A′ les fronts de diffusion, seuls les ions qui doivent former les charges (Pb^{++} et NO_3^-) et ceux qui s'accumulent autour d'elles (Na^+ et I^-) sont représentés.

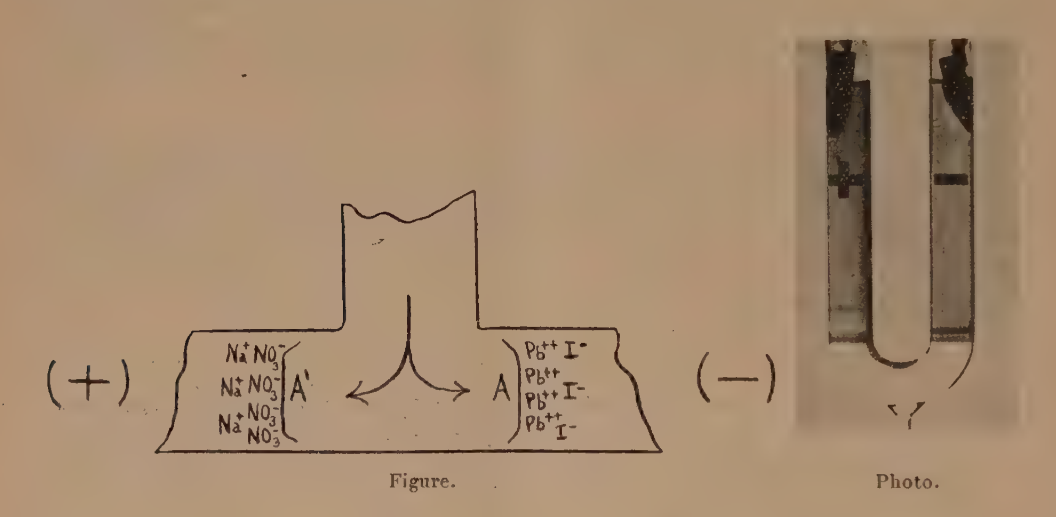


Figure.

Photo.

Le mécanisme que nous venons de décrire est bien en accord avec l'équation de Poisson, qui prévoit la formation d'une charge électrique dans la région de discontinuité de deux conducteurs traversés par un courant. Nous verrons en détail dans une autre publication le calcul des charges d'après cette équation.

Pour mieux faire l'étude expérimentale de la formation de ces charges nous avons travaillé avec des tubes placés verticalement, parce que dans ces conditions l'influence de la diffusion devient négligeable. Nous avons rempli partiellement un tube en U placé verticalement, avec une solution diluée de $KMnO_4$ ($1,5 . 10^{-3}$ M/l), nous avons laissé entrer lentement par le fond une solution concentrée de $Pb(NO_3)_2$ (0,2 M/l) et ensuite appliqué un champ de 280 V par 15 cm. Nous avons observé la formation d'un disque violet foncé

---

[2] *Voir* le Mémoire de Reed et Schriever où ils affirment avoir obtenu des charges électriques macroscopiques pendant l'électrolyse, avec des champs très forts, d'une solution diluée et homogène (*J. Chem. Phys.*, **17**, 1949, p. 935).

dans la région de transition du côté cathodique, et d'un disque incolore dans la région de transition du côté anodique (*voir* photo). Il nous semble que l'augmentation de coloration d'un côté et la décoloration de l'autre ne pourront s'expliquer que par une accumulation de ions MnO_4, autour d'une charge positive (ions Pb^{++}) du côté cathodique, et une accumulation de ions K^+ autour d'une charge négative (ions NO_3^-) du côté anodique. Le $KMnO_4$, étant très dilué, ne paraît pas jouer ici d'autre rôle que la mise en évidence des charges électriques.

Lorsque dans cette expérience on remplace le $KMnO_4$ par de l'eau distillée les courbes qui donnent la variation de l'intensité du courant avec le temps (en appliquant au lieu de 280 V, 1500 V) suggèrent une classification des électrolytes en deux groupes. Pour les électrolytes tels que HCl, H_2CrO_4, KOH, $Pb(NO_3)_2$, $CuSO_4$, l'intensité du courant croît rapidement au commencement, puis décroît rapidement, et après commence de nouveau et lentement à croître. Pour les sels tels que le NaCl, $NaNO_3$, KCl, KNO_3, l'intensité du courant croît très rapidement et l'on n'observe pas de décroissance. Cette différence de comportement semble être liée au processus de formation de la charge et à la formation d'ions secondaires aux électrodes, dans le premier cas la formation des ions secondaires s'effectuant seulement à un des électrodes, et dans le second cas aux deux électrodes.

CHIMIE THÉORIQUE. — *Sur la définition des atomes dans la molécule et la systématisation des diagrammes*. Note (*) de M. **Alexandre Laforgue**, présentée par M. Louis de Broglie

Les notions introduites (1) pour les fonctions moléculaires construites à partir d'orbitales atomiques sont généralisées, ce qui exige la définition préalable de ce qu'on doit entendre par atome dans une molécule. Dès que ce découpage est effectué les systèmes d'indices caractérisent liaisons et atomes se ramènent les uns aux autres par des opérations algébriques simples et l'on peut en proposer de nouveaux.

Soit une molécule dans un état stationnaire représenté par une fonction d'onde Γ_q ou dans une transition $\Gamma_p \to \Gamma_q$, nous dirons qu'elle peut être analysée en atomes relativement à un ensemble de grandeurs Z exprimées par

$$Z_q = \int \Gamma_q z \Gamma_q \, d\tau,$$

$$Z_{pq} = \int \Gamma_p z \Gamma_q \, d\tau,$$

lorsqu'on peut construire des fonctions Γ_a, Γ_c, Γ_b, ... décrivant un noyau et

(*) Séance du 10 novembre 1952.

(1) R. Daudel, A. Laforgue et Cl. Vroelant, *J. Chim. Phys.*, 49, 1952, p. 546.

le nombre d'électrons égal à sa charge, fonctions auxquelles correspondent les grandeurs

$$\mathbf{Z}_{ab} = \int \Gamma_a z \Gamma_b \, d\tau,$$

telles que

$$(\mathcal{R}) \qquad \mathbf{Z} = \sum_{ab} \mathbf{h}_{ab} \mathbf{Z}_{ab}$$

les coefficients $\mathbf{h}_{ab}$ étant indépendants de la nature de la grandeur Z prise dans l'ensemble (mais dépendant ainsi que Γ_a, Γ_b de l'état ou de la transition envisagée).

Il faut ajouter, moins précisément, qu'une fonction $\Gamma_a\Gamma_b$ ne doit pas trop différer de celle (bien définie) de l'atome libre.

Cette analyse est loin d'être univoque : elle possède d'autant plus d'intérêt que la fonction moléculaire est plus approchée, que l'ensemble des grandeurs choisies est plus étendu et plus significatif du point de vue chimique.

On définirait de même l'analyse en atomes ionisés, ou bien en radicaux ou ions à plusieurs noyaux, ou encore l'analyse d'une partie de la fonction moléculaire : partie électronique, partie antisymétrique par rapport à un plan, etc.

La forme de $(\mathcal{R})$ est celle des systématiques construites empiriquement en même temps que celle introduite par les méthodes usuelles de chimie quantique.

La notion d'orbitale moléculaire est fournie par la description des états stationnaires $g f$ des édifices (rarement connus) à plusieurs noyaux et un seul électron. Si l'on écrit ces orbitales moléculaires (orthonormées) sous forme de combinaisons linéaires d'orbitales atomiques (normées)

$$\psi_g = \sum_a x_g^a \varphi_a,$$

les orbitales φ_a satisfont la définition relativement à l'ensemble de toutes les grandeurs physiques et

$$\mathbf{h}_{ab}^{g\leftrightarrow f} = \frac{1}{2}(x_g^a x_b^f + x_g^b x_f^a).$$

Le résultat se conserve quand on perturbe arbitrairement l'orbitale de l'atome libre.

Un produit de telles orbitales étant pris comme fonction ou partie de fonction moléculaire, et chaque noyau n'introduisant qu'une orbitale, les orbitales atomiques (ou le produit des deux spinorbitales) satisfont à la définition dans une analyse en ions monoélectroniques (ou biélectroniques)

$\mathbf{h}^q = \Sigma\, \mathbf{h}^g$ la somme portant sur les diverses spinorbitales g figurant dans le produit q;

$$\mathbf{h}^{p\leftrightarrow q} \begin{cases} = \mathbf{h}^{g\leftrightarrow f} & \text{si } pq \text{ ne diffère que par le changement de } g \text{ en } f; \\ = 0 & \text{si } pq \text{ diffèrent par plus d'un changement.} \end{cases}$$

Si l'on antisymétrise le produit, la propriété se conserve mais seulement relativement aux grandeurs monoélectroniques. Si l'on prend une source pondérée de déterminants il faut pondérer les coefficients **h** (¹).

Hors de ces fonctions introduisant des éléments atomiques par construction, il est possible de convenir d'un découpage standard. S'il y a n atomes, il y a $(1/2)\,n(n-1)$ coefficients **h**, on peut en général après un choix arbitraire des fonctions atomiques, se fixer encore $(1/2)\,n(n-1)$ grandeurs. Pour avoir une définition des coefficients de $(\mathcal{R})$ univoque pour toute molécule il suffit de choisir une suite de grandeurs et un type de fonction atomique.

Quelle que soit l'origine de $(\mathcal{R})$ nous appelons l'ensemble des **h** « diagramme zéro ». Ce sont en particulier les charges et les ordres de liaison classiques.

On a discuté d'autres définitions adéquates à un calcul plus élaboré (¹). On montre qu'elles s'écrivent sous forme matricielle

$$2\,\|\mathbf{l}\| = \|\mathbf{h}\|.\|\mathrm{T}\| + \|\mathrm{T}\|.\|\mathbf{h}\|,$$

l désigne les nouveaux coefficients; T désigne les recouvrements (ou leur produit par les coordonnées barycentriques du centre de chevauchement correspondant); $\|\;\|$ les matrices carrées obtenues en donnent un rang aux atomes.

Nous proposons d'appeler l'ensemble des **l** « diagramme premier » et « diagramme second » le résultat d'une substitution répétée

$$2\,\|\mathbf{y}\| = \|\mathbf{l}\|.\|\mathrm{T}\| + \|\mathrm{T}\|.\|\mathbf{l}\|.$$

Classiquement

$$\mathbf{y}_a^a = \text{charge} + \mathrm{S}_{\text{moyen}} \times \text{valence-liée}\ (^2).$$

$\mathbf{y}_a^a$ est une généralisation de cette quantité dans les calculs plus complexes. Il serait intéressant d'étudier la signification des autres indices de ce système.

Une autre voie ouverte par la définition est l'étude de la perturbation apportée à la fonction d'onde de l'atome libre; elle recouvre les concepts chimiques d'affinité actuelle, de saturation. On prévoit que. lorsque l'analyse s'améliore, elle n'est pas indépendante des éléments du diagramme comme en méthode usuelle et que l'on retrouvera des relations du type de l'effet de charge.

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur la structure et la stabilité des oxydes mixtes de cobalt-nickel, cobalt-magnésium et cobalt-zinc.* Note de M. **Jacques Robin**, présentée par M. Paul Pascal.

Nous avons décrit précédemment (¹) les structures et les domaines de stabilité de différents oxydes mixtes de cobalt et de fer. Nous avons pu étendre

(²) Total bond number.

(¹) J. Robin et J. Bénard, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 734 et 956.

cette étude aux oxydes mixtes de cobalt-nickel, cobalt-magnésium et cobalt-zinc et nous nous proposons d'indiquer ci-dessous les résultats obtenus dans ces nouveaux systèmes.

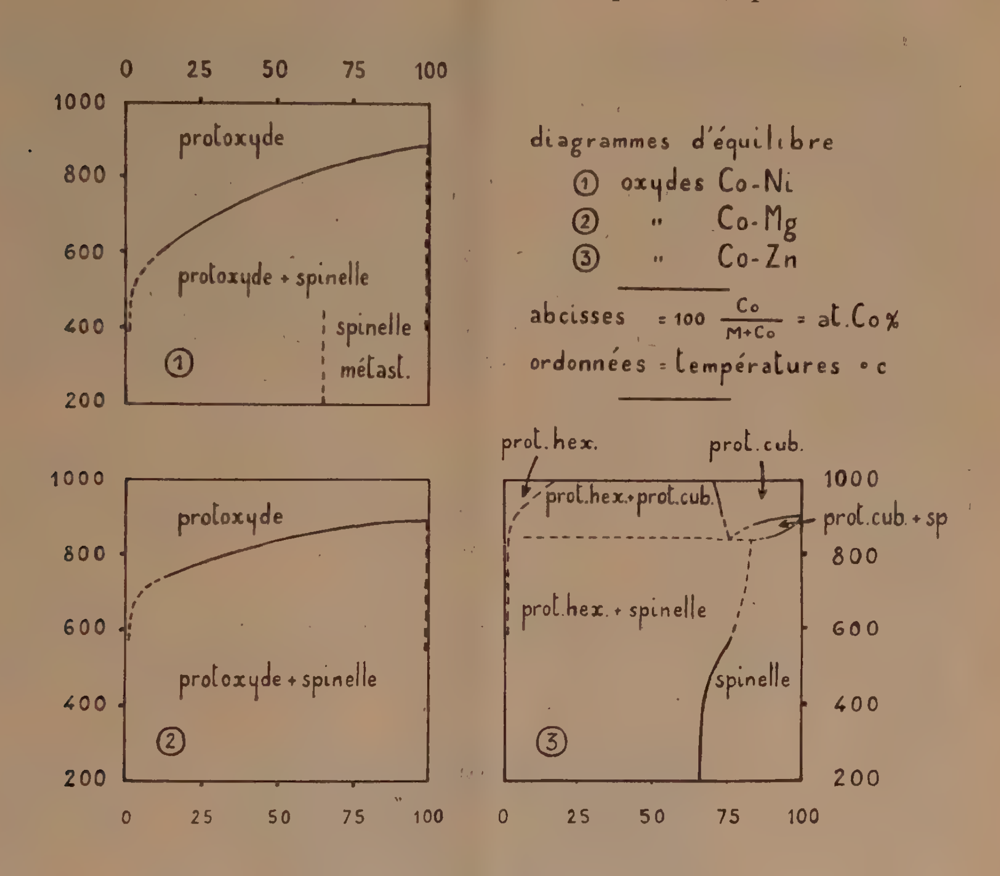
Les oxydes mixtes ont été préparés par décomposition à l'air de mélanges en proportions variables des nitrates correspondants, à des températures échelonnées jusqu'à 1 000°. Les produits obtenus ont été soumis à l'analyse au moyen des rayons X, soit par la méthode du monochromateur à lame courbe pour l'identification des phases, soit par la méthode en retour pour la détermination très précise des paramètres cristallins. Les résultats sont présentés sous forme de diagrammes température-composition, cette dernière variable étant exprimée en Co % par rapport à la totalité des atomes métalliques présents dans le système.

Le protoxyde de cobalt, de structure cubique à faces centrées, peut former vers 950° avec les oxydes de même structure NiO ou MgO des solutions solides sans lacune de miscibilité. Le paramètre cristallin mesuré à $\pm 0,002$ Å varie linéairement en fonction de la composition cationique depuis $a_{CoO} = 4,252$ Å jusqu'à $a_{NiO} = 4,168$ Å et $a_{MgO} = 4,204$ Å respectivement. Avec ZnO dont la maille est hexagonale, l'oxyde CoO forme vers 950° deux solutions solides possédant chacune la structure d'un des constituants extrêmes et d'étendue limitée (75 % Co pour la phase cubique et un peu moins de 10 % Co pour la phase hexagonale). Dans la limite de précision des mesures il est impossible de déceler une variation des paramètres cristallins de ces deux phases.

Aux températures moins élevées, les solutions solides homogènes des protoxydes s'oxydent réversiblement en donnant naissance à des mélanges biphasés constitués par un oxyde MO dont la composition cationique est différente de celles du protoxyde mixte initial et une phase de type spinelle répondant à la formule M_3O_4. Dans les systèmes Co-Ni et Co-Mg ce spinelle est constitué par de l'oxyde Co_3O_4 sensiblement pur (courbes 1 et 2). Par contre dans le système Co-Zn, la phase spinelle mixte peut être considérée selon la température, soit comme du cobaltite de zinc Co_2ZnO_4, soit comme une solution solide de substitution Co_2 (Zn, Co) O_4 (courbe 3). De plus, lorsque la démixtion des protoxydes mixtes Co-Zn riches en Co s'opère entre 800° et 900°, on observe dans le cas des produits contenant moins de 80 % Co la coexistence des trois phases en équilibre : protoxyde cubique + protoxyde hexagonal + spinelle mixte, ce qui laisse présumer l'existence d'une transformation du type eutectoïde au voisinage de la composition 70 % Co et de la température 850° C.

Cet ensemble de résultats montre que la substitution des ions Ni^{2+}, Mg^{2+} et Zn^{2+} aux ions Co^{2+} dans le réseau de l'oxyde CoO abaisse la température de la transformation $3\,MO + 1/2\,O_2 \rightarrow M_3O_4$ située à 900° dans le cas de l'oxyde pur. Ceci est à rapprocher de l'influence inverse exercée dans le cas de la substitution des ions Fe^{2+} que nous avions observée antérieurement ([1]).

Au cours des essais précédents nous avons noté d'autre part l'existence d'un spinelle mixte Co-Zn dont le domaine de stabilité s'étend au maximum de Co_3O_4 (100 % Co) au cobaltite de zinc Co_2ZnO_4 (66 % Co). Le spinelle mixte Co-Ni qui n'avait pu être observé ni aux températures élevées ni par réoxydation de phases préparées à haute température, peut s'obtenir au-



dessous de 450° sous une forme métastable dans le domaine de composition 100 — 66,6 % Co avec un paramètre variant de 8,070 à 8,098 ± 0,007 Å en fonction de la composition. La phase limite à 66 % Co qui correspond au cobaltite de nickel Co_2NiO_4 est ferrimagnétique. Enfin, il ne nous a pas été possible de mettre en évidence même sous une forme métastable un spinelle mixte Co-Mg.

Le fait ainsi établi que la substitution de Ni^{2+} et de Zn^{2+} dans l'oxyde Co_3O_4 ne peut s'observer au delà de 66 % Co est en faveur de l'hypothèse selon laquelle la constitution ionique de cet oxyde serait $Co_2^{3+}Co^{2+}O_4$ et non pas $Co^{4+}Co_2^{2+}O_4$.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Sur l'emploi du bisulfite de sodium comme réactif micrographique des aciers ferritiques.* Note (*) de M. **Louis Beaujard** et Mlle **Jacqueline Tordeux**, présentée par M. Albert Portevin.

Un réactif micrographique composé de 60 cm³ de solution de bisulfite de sodium ($d = 1,32$-$1,33$; 35-36° Bé; 35% de SO_3HNa) et 40 cm³ d'eau, révèle à froid la structure des aciers par une attaque sélective des grains de ferrite colorés différemment.

Les réactifs micrographiques agissant sur les métaux par formation d'une pellicule douée des propriétés des lames minces sont parmi les meilleurs pour en révéler les hétérogénéités physiques et chimiques. L'un de nous a déjà décrit un tel réactif pour les aciers (1). Il doit s'employer à chaud; aussi avons-nous cherché à mettre au point un réactif, aussi sensible, mais pouvant être utilisé à la température ambiante pour les examens courants des aciers peu alliés.

Habituellement, des solutions d'acide nitrique dans différents milieux organiques sont utilisées, par exemple : une solution de 4 cm³ d'acide nitrique et de 96 cm³ d'alcool isoamylique (2). Les grains de ferrites sont mis en évidence par l'action corrosive du réactif sur les joints de grains. L'aspect micrographique obtenu est donc celui d'un réseau de joints de grains entourant les grains de ferrite inattaqués (*fig.* 1). Il nous a semblé que la micrographie serait plus lisible si chaque grain de ferrite était révélé par une corrosion plus ou moins importante, suivant l'orientation cristallographique de la face polie, comme l'a montré Portevin (3).

Quelques essais préliminaires nous ayant laissé supposer une action favorable en ce sens des solutions de bisulfite de sodium, nous avons exploré systématiquement leur mode d'attaque en fonction de la concentration, du temps et de la température, sur des échantillons d'acier doux recuits. Les éprouvettes avaient été polies chimiquement (4), pour obtenir une structure nette qu'un polissage mécanique aurait déformée, comme l'ont montré Bénard et Lacombe (5).

Le réactif au bisulfite de sodium ne donnant de bonnes attaques qu'à une température inférieure à 30°, nous avons opéré à la température ambiante. Le diagramme de la figure 2 résume nos observations. Les liqueurs à faible concentration en bisulfite ne donnent des images contras-

---

(*) Séance du 17 novembre 1952.

(1) Beaujard, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 653.

(2) Kourbatoff, *Revue de Métallurgie*, 2, 1905, p. 169.

(3) *Revue de Métallurgie*, 20, 1923, p. 381.

(4) Beaujard, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 440.

(5) Bénard et Lacombe, *Comptes rendus*, 222, 1946, p. 182.

tées que pour une durée d'attaque très précise, décroissant avec la concentration. Si cette durée est dépassée, la ferrite se colore en marron uniforme. Par contre, des solutions plus concentrées (30 et 40 %) provoquent la formation de figures de corrosion par attaque prolongée. La concentration

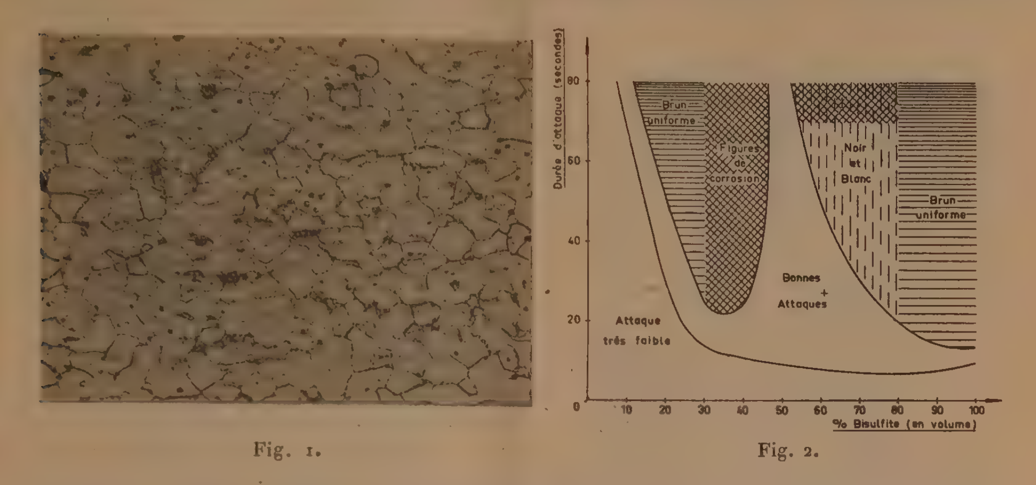


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — Ferrite attaquée à l'acide nitrique à 4 % dans l'alcool isoamylique (× 200).

Fig. 2. — Aspect des attaques à la température ambiante en fonction du temps d'attaque et de la concentration en bisulfite.

retenue (60 %) permet une latitude plus grande dans l'appréciation des durées d'attaque (*fig.* 3). Si l'on dépasse une concentration de 60 %, le contraste devient trop grand entre les différents grains attaqués : on ne



Fig. 3. — Ferrite attaquée par une solution aqueuse, à 60 % de bisulfite de sodium (× 200).

distingue plus que des grains blancs et des grains noirs, sans demi-teintes. Il est intéressant de noter que les grains non attaqués possèdent une face (100) dans le plan de polissage, comme le montre une observation à très fort grossissement, où l'on distingue quelques figures de corrosion

carrées à leur surface. Cette observation est à rapprocher de celle que l'un de nous avait faite avec Lacombe (6) sur la vitesse d'attaque, par l'eau régale fluorée, des grains d'aluminium raffiné.

L'emploi de ce réactif peut être utile toutes les fois que l'on veut compter des grains de ferrite (acier doux, tôles à 4 % de silicium pour transformateurs), que l'on veut mettre en évidence de faibles hétérogénéités de composition dans les solutions solides ferritiques (aciers doux, aciers rapides 18-4-1) et que l'on veut préciser la nature des structures obtenues par trempe isotherme.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Étude par diffraction électronique des alliages aluminium-cuivre, obtenus par évaporation thermique dans le vide.* Note (*) de MM. **Jean-Jacques Trillat** et **Noboru Takahashi**, présentée par M. Pierre Chevenard.

En évaporant dans le vide deux métaux et en condensant leurs vapeurs sur des supports de sel gemme portés à des températures différentes, il est possible, grâce à la diffraction électronique, de contrôler la structure des films métalliques ainsi formés et de suivre l'apparition de solutions solides et d'alliages de compositions définies. Un premier exemple en est donné dans le cas de l'aluminium et du cuivre.

L'étude par diffraction électronique de la structure d'alliages obtenus par évaporation thermique sous vide de deux métaux a fait l'objet de quelques travaux récents [L. H. Germer (1), H. Raether (2), Boetcher, S. Ogawa (3), S. Goldsztaub et P. Michel (4)]. Il ne semble pas cependant qu'il ait été fait jusqu'ici une étude systématique des diverses parties d'un diagramme d'équilibre comportant des composés intermétalliques de structure complexe; c'est dans ce but que nous avons cherché à examiner d'une façon complète la structure des divers alliages Al-Cu, en faisant varier les conditions de préparation.

Nous avons utilisé plusieurs techniques différentes, qui seront décrites dans un autre Mémoire; elles consistent essentiellement à évaporer dans le vide les deux métaux en proportion connue, soit à partir de deux sources distinctes, soit à partir d'une seule source; les vapeurs sont condensées sur des supports de sel gemme préalablement clivé, portés à des tempé-

---

(6) Lacombe et Beaujard, *J. Inst. Metals*, 74, 1947, p. 1 (*fig.* 7).

(*) Séance du 17 novembre 1952.

(1) L. H. Germer, F. G. Haworth et J. J. Lander, *Phys. Rev.*, 61, 1942, p. 614.

(2) *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 653.

(3) S. Ogawa, *J. Phys. Soc. Japon*, 7, 1952, p. 37.

(4) *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 1843; P. Michel, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 377.

ratures variables. Le film métallique est ensuite étudié par diffraction électronique après dissolution du support dans l'eau distillée.

On ne peut donner ici qu'un bref résumé des très nombreux résultats obtenus lorsqu'on applique ces méthodes au cas de Al + Cu.

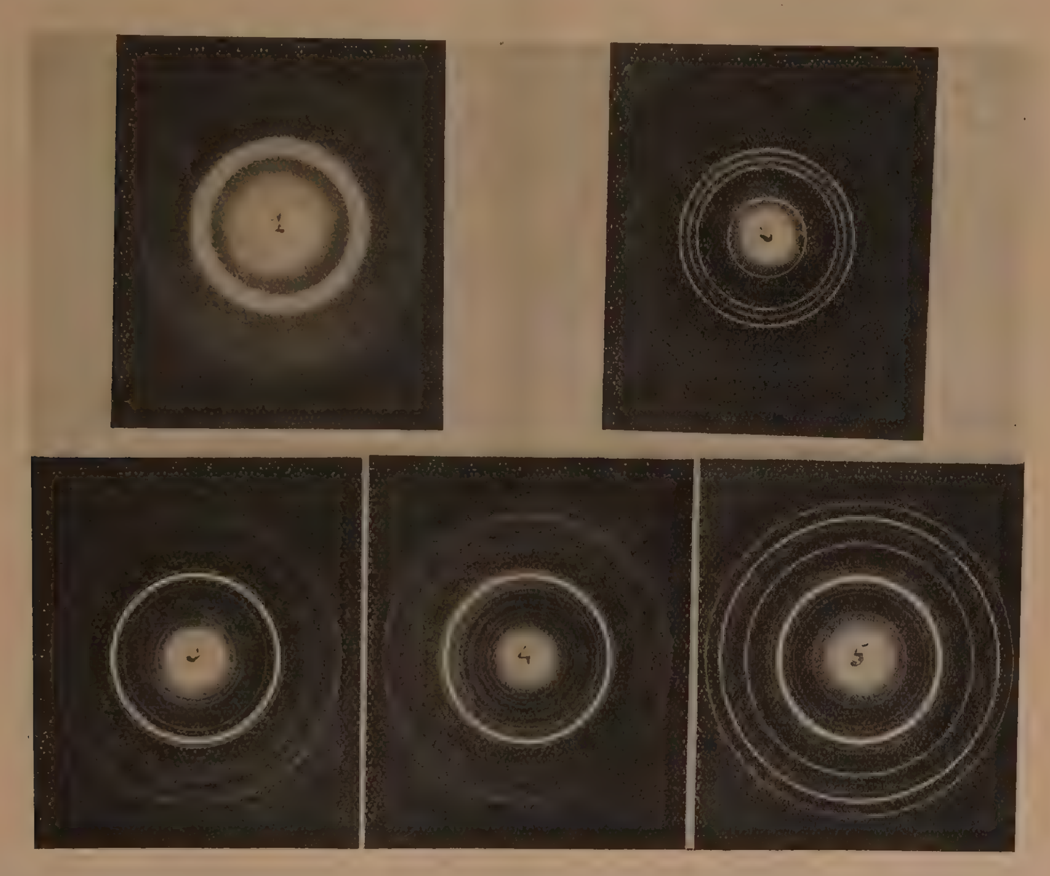


Fig. 1 : Al 50 + Cu 50, support 20° C. — Fig. 2 : Al 50 + Cu 50, support 300° C. — Fig. 3 : Al 40 + Cu 60, support 300° C. — Fig. 4 : Al 38 + Cu 62, support 300° C. — Fig. 5 : Al 20 + Cu 80, support 300° C.

1. En évaporant simultanément l'aluminium et le cuivre à partir de deux sources, et si la condensation s'effectue sur un support froid (20° C), on n'obtient jamais qu'un mélange des deux métaux en proportion variable suivant la position du récepteur par rapport aux deux sources. La mobilité des atomes Al et Cu est donc trop faible à cette température pour permettre la formation d'une combinaison ou d'une solution solide. Si, au contraire, la condensation s'effectue sur un support porté à 300°C, on obtient, suivant la position du récepteur, des diagrammes d'une grande richesse en raies et différant les uns des autres. Il a été possible ainsi d'identifier avec précision de nombreux composés, et notamment le $CuAl_2$, qui se forme donc directement dans ces conditions.

2. En utilisant une seule source et en évaporant sur support froid (20°C) des mélanges connus des deux métaux purs, on n'obtient que des diagrammes diffus (*fig.* 1) indiquant la formation de solutions solides à réseaux fortement déformés et hors d'équilibre, rappelant le « trouble d'homogénéité » signalé autrefois par P. Chevenard et A. Portevin [5]. Par vieillissement, ces structures s'affinent et donnent naissance à des phases définies, parmi lesquelles on a pu observer la phase θ orientée. Sur support chaud (300° C), on obtient suivant la composition du mélange, des diagrammes extrêmement nets (*fig.* 2, 3, 4) où l'on retrouve les principales phases du diagramme d'équilibre ($CuAl_2$, Cu_9Al_4, etc.) avec indication de surstructures.

3. En vaporisant l'alliage lui-même, par exemple $CuAl_2$, on obtient sur support froid les mêmes résultats qu'avec le mélange correspondant à cette composition (*fig.* 1); le réseau initial $CuAl_2$ (θ) est ainsi complètement dissocié au cours de la vaporisation, les atomes Al et Cu se disposant au contact du support froid sous forme de solution solide de Cu dans le réseau Al. Par vieillissement (1 mois à 18° C ou 30 mn à 300° C), le composé $CuAl_2$ apparaît avec indication de la phase θ′. Sur support chaud, à partir de 200° C, la structure tétragonale de $CuAl_2$ se reforme immédiatement (*fig.* 2).

Des indications plus détaillées seront données dans d'autres Mémoires. Il apparaît toutefois dès maintenant que ces méthodes paraissent riches de possibilités pour l'étude des diverses phases des alliages et de la cinétique de leur formation et de leurs transformations, que nous nous proposons d'enregistrer d'une façon continue.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Spectres d'absorption de quelques corps insaturés appartenant à la série du bis (phényléthyl)-9.10 anthracène.* Note (*) de M. **Guy Rio**, présentée par M. Charles Dufraisse.

Spectres d'hydrocarbures éthyléniques et acétyléniques possédant le squelette du bis (phényléthyl)-9.10 anthracène; structures stéréochimiques d'isomères éthyléniques. On a constaté que l'effet bathochrome de la triple liaison est supérieur à celui de la double liaison.

La substitution des deux atomes d'hydrogène en méso du noyau anthracénique (A) par des radicaux phényléthyle (VI) [1] produit un simple effet

---

(5) P. Chevenard, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 861; A. Portevin et P. Chevenard, *Rev. Métall.*, 23, 1936, p. 96.

(*) Séance du 17 novembre 1952.

(1) G. Rio, *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 1492.

bathochrome de 250 Å. L'introduction d'une double liaison dans une seule chaîne latérale (V) ([1]) modifie le spectre de manière beaucoup plus importante pour l'isomère V*b* (F_{inst} 195-196°) que pour V*a* F($_{inst}$ 154-155°); la structure fine, dans la partie la plus proche du visible, est moins nette chez V*b*. La présence de deux doubles liaisons (IV) ([2]) amène des modifications encore plus sensibles, notamment pour deux des trois isomères, IV*b* (F_{inst} 201-202°) et IV*c* (F_{inst} 280-281°); il n'y a alors qu'une bande unique, large et régulière.

Tout ce que l'on connaît des spectres des composés aromatiques fait supposer que les liaisons éthyléniques des hydrocarbures IV et V entrent en résonance avec le noyau anthracénique, surtout chez les isomères de température de fusion élevée. La construction des molécules, avec les modèles de Stuart, indique de plus que la coplanéité des chaînes latérales avec le noyau central (qui est, en principe, une condition de la résonance) est plus empêchée stériquement chez les composés *cis* que chez les *trans*.

([2]) G. Rio, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 964.

La comparaison de ces spectres permet ainsi de déduire, avec toutes les réserves qui s'imposent ([3]), les configurations stéréochimiques de ces hydrocarbures. V*a* serait *cis* et V*b* *trans*; IV*a* (F_{inst} 194-195° et 201-202°) serait *cis-cis*, IV*b* *cis-trans* et IV*c* *trans-trans*. La différence entre les spectres de IV*b* et IV*c* est peut-être faible pour trancher entre les structures *cis-trans* et *trans-trans*, mais les méthodes de préparation et les propriétés respectives s'accordent avec toutes ces constitutions : notamment *cis*-addition de l'hydrogène aux acétyléniques par le couple zinc-cuivre ([4]), ([5]) [III → V*a*; I → IV*a*; II → IV*b*] et photoisomérisation *cis-trans* ([4]), ([5]) [V*a* → V*b*; IV*a* → IV*c*; IV*b* → IV*c*].

Les arguments énoncés plus haut, pourtant cohérents, sont rendus quelque peu fragiles par le fait que le spectre du *bis* (phénylstyryl)-9.10 anthracène, VII [F_{inst} 293-294°; préparé par des méthodes analogues à celles qui ont conduit à IV*c* ([2])] est voisin de celui de IV*c*, et non, comme on devait s'y attendre, de celui de IV*a*. Les configurations stéréochimiques ci-dessus ne peuvent donc pas être considérées comme définitives.

L'introduction d'une triple liaison dans la chaîne latérale de VI modifie moins l'allure du spectre que ne le fait la double liaison *trans* [comparer III ([6]) et V*b*, I ([7]) et IV*c*]. Mais le déplacement bathochromique est assez important chez les acétyléniques (300 Å par triple liaison), alors qu'il est faible chez les éthyléniques; cette propriété, qui semble en contradiction avec la précédente, est néanmoins à rapprocher de ce qui a été constaté en comparant les spectres de colorants triarylallyliques et triarylpropargyliques aminés ([8]).

Dans la partie ultraviolette, on constate un effet hyperchrome, vers 3000 Å, par création de liaisons multiples dans les chaînes latérales de VI. Cet effet est de plus en plus marqué quand on passe du radical *cis*-styryle (IV*a* et V*a*) au *trans*-styryle (IV*c* et V*b*), et surtout au phényléthynyle (I, II et III), auquel correspondent des bandes assez nettes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés de l'hydroxy-3 diphényl-5.6 as.-triazine.* Note de MM. **Michel Polonovski**, **Marcel Pesson** et Mme **Pesia Rajzman**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'hydroxy-3 diphényl-5.6 *as.*-triazine, préparée par condensation du benzile et de la semicarbaside peut, en principe, exister sous une forme lactime et sous

---

([3]) Ch. Dufraisse, in V. Grignard, *Traité de Chimie organique*, I, p. 1053.
([4]) F. Straus, *Liebigs Ann. Chem.*, 342, 1905, p. 238.
([5]) J. H. Pinckard, B. Wille et L. Zechmeister, *Amer. Chem. Soc.*, 70, 1948, p. 1938.
([6]) G. Rio, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 182.
([7]) Ch. Dufraisse, J. Mathieu et G. Rio, *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 937.
([8]) Ch. Dufraisse, A. Étienne et P. Barbieri, *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 1977.

une forme lactame. A la première répondent les schémas (I) ou (II) auxquels correspondent respectivement les schémas (III) et (IV) de la seconde.

(III) ⇌ (I) ⇌ (II) ⇌ (IV)

Par alcoylation de cette triazine, Biltz et Arnd [1], en opérant en milieu méthanolique, par le sulfate de méthyle, en présence de méthylate de sodium, ont obtenu un dérivé méthylé ne comportant pas de fonction méthoxy (F 154°); ces auteurs lui ont attribué la structure (V) (méthyl-2 dihydro-2.3 céto-3 diphényl-5.6 *as.*-triazine), correspondant à la forme lactame écrite selon (III). Cependant, la structure de ce dérivé méthylé n'ayant pas été prouvée avec certitude, on ne pouvait, *a priori*, rejeter une structure correspondant au schéma (IV).

Dans le but de préciser la structure de ce produit d'alcoylation, nous avons réalisé la synthèse de la méthyl-2 dihydro-2.3 céto-3 diphényl-5.6 *as.*-triazine par condensation de la méthyl-2 semicarbazide et du benzile en milieu acétique, selon le schéma :

$H_2N-CO-N(CH_3)-NH_2$ + $C_6H_5-CO-CO-C_6H_5$ → (V)

Le produit obtenu dans ces conditions (F 154°) [2] (trouvé %, C 73,42, H 4,85, N 16,04; calculé %, C 72,97, H 4,98, N 15,97) s'est révélé identique

---

[1] *Annalen der Chemie*, 339, 1905, p. 267.

[2] Les points de fusion sont pris au bloc Maquenne.

au produit méthylé préparé selon Biltz et Arnd, ce qui confirme la structure proposée par ces auteurs. Dans le but d'obtenir le dérivé (VII) correspondant à la méthylation de l'hydrogène acide de la forme lactime, nous avons tenté l'alcoylation de la diphénylhydroxytriazine dans différentes conditions : alcoylation du sel de sodium de l'hydroxytriazine en milieu apolaire (acétone), du sel d'argent par l'iodure de méthyle, alcoylation de l'hydroxytriazine elle-même en milieu méthanolique ou benzénique, par le diazométhane. Dans tous les cas, nous n'avons obtenu que la substance (V).

La méthoxy-3 diphényl-5.6 *as.*-triazine (VII) a cependant pu être préparée par la méthode suivante : l'hydroxy-3 diphényl-5.6 *as.*-triazine, traitée à l'ébullition par l'oxychlorure de phosphore, en présence de diméthylaniline conduit à la chloro-3 diphényl-5.6 *as.*-triazine (VI) F 156-157°. (Trouvé %, C 67,1; H 3,52; N 15,78; calculé %, C 67,26; H 3,72; N 15,70). Cette dernière traitée, à température ordinaire, par le méthylate de sodium en solution méthanolique absolue, fournit la méthoxy-3 diphényl-5.6 *as.*-triazine. F 77° (trouvé %, C 73,61; H 4,75; N 16,11; CH_3O 11,8; calculée %, C 72,97; H 4,98; N 15,97; CH_3O 11,78). Masse moléculaire calculée : 263,13; trouvé (Rast) : 267,9.

C_6H_5, C_6H_5, HO, N, N, N $\xrightarrow{POCl_3}$ C_6H_5, C_6H_5, Cl, N, N, N (VI) $\xrightarrow{CH_3ONa}$ C_6H_5, C_6H_5, H_3CO, N, N, N (VII)

Par hydrolyse ménagée, en milieu acétique, par l'acide bromhydrique fumant, (VII) conduit à l'hydroxy-3 diphényl-5.6 *as.*-triazine, ce qui confirme la structure du dérivé méthoxylé. Des conditions de réaction plus brutales conduisent au benzile, par hydrolyse de l'hydroxy-3 diphényl-5.6 *as.*-triazine intermédiairement formée, ainsi que nous avons pu le vérifier, en partant directement de cette dernière.

Enfin, par chauffage (2 h) à 200°, la méthoxy-3 diphényl-5.6 *as.*-triazine conduit à la méthyl-2 céto-3 dihydro-2.3 diphényl-5.6 *as.*-triazine (VII → V), par migration du méthyl de l'oxygène sur l'atome d'azote en 2.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réduction des sels d'alcoylquinoléiniums et isoquinoléiniums.* Note de M. **Robert Torossian**, présentée par M. Marcel Delépine.

La réduction par le borohydrure de potassium des sels d'alcoylquinoléiniums et isoquinoléiniums conduit à des dérivés N-alcoylés *o*-dihydrogénés ou 1.2.3.4-tétrahydrogénés; seuls ces derniers peuvent être isolés.

La réduction des sels d'alcoylquinoléiniums et isoquinoléiniums a déjà été

réalisée par Schmid et Karrer ([1]) au moyen de l'hydrure double de lithium et d'aluminium; ils ont ainsi obtenu, en milieu rigoureusement anhydre, les dérivés *o*-dihydrogénés correspondants, extrêmement instables et difficiles à isoler.

Nous avons pensé que le borohydrure de potassium, plus sélectif et plus facile à employer, permettrait d'obtenir plus aisément ces substances. Ainsi Panouse ([2]) a pu isoler les *o*-dihydro et tétrahydropyridines N-alcoylées en réduisant les sels de pyridinium par une solution aqueuse de borohydrure de potassium, neutre ou alcaline selon le cas.

En faisant réagir le borohydrure de potassium, en milieu neutre, sur les sels d'alcoylquinoléiniums et isoquinoléiniums, il nous a été imposible d'isoler les dérivés *o*-dihydrogénés. Seul se forme le dérivé 1.2.3.4-tétrahydrogéné, connu depuis longtemps et obtenu soit par réduction au moyen de l'étain et de l'acide chlorhydrique concentré ([3]), soit par l'éthylate de sodium ([4]), soit enfin par alcoylation de la tétrahydro-1.2.3.4 quinoléine ([5]).

La réaction est extrêmement simple à réaliser. On verse par petites fractions une solution aqueuse à 5 % de BH_4K dans une solution aqueuse et neutre du sel à réduire; on chauffe ensuite progressivement jusqu'à complet dégagement de l'hydrogène, on entraîne l'amine formée à la vapeur, on l'extrait à l'éther et on la purifie par distillation sous azote.

Les rendements en produits purs sont en général excellents, comme le montre le tableau ci-dessous (tous les points de fusion ont été pris au bloc de Kofler) :

Dérivés de la tétrahydro-1.2.3.4-quinoléine.

	É.	Rdt (%).	Iodo-méthylate F.
N-méthyl	132-134°/18 mm	70	170°
			Picrate.
N-éthyl	133-136°/18 »	72	126°
N.*n*-propyl	146-148°/16 »	62	178°
N.*n*-butyl	141-145°/10 »	50	195°

Dérivés de la tétrahydro-1.2.3.4-isoquinoléine.

	É.	Rdt (%)	Picrate F.	Iodo-méthylate F.
N-méthyl	114-115°/ 28 mm	85	160°	192°
N-éthyl	110-112°/ 18 »	91	125°	139°
N.*n*-propyl	257-258°/753 »	93	123°	127°
N.*n*-butyl	146-148°/ 12 »	73	121°	126°

([1]) *Helv. Chim. Acta*, 32, 1949, p. 960.

([2]) *Thèse de Doctorat ès Sciences*, Paris, 1952.

([3]) Feer et Kœnigs, *Ber. dtsch. Chem. Gesell.*, 18, 1885, p. 2388.

([4]) Decker, *Ber. dtsch. Chem. Gesell.*, 36, 1903, p. 1208 et 2569.

([5]) J. V. Braun, *Ber. dtsch. Chem. Gesell.*, 42, 1909, p. 2226.

Ces résultats montrent combien cet agent de réduction est préférable à ceux employés jusqu'ici. Ainsi, Braun ([5]) ayant synthétisé la N-*n*-propyl-tétrahydro-1.2.3.4-quinoléine par alcoylation, indique pour le point d'ébulllition sous 16 mm : 146° et pour le point de fusion du picrate : 73°. La réduction du bromo-*n*-propylate de la quinoléine par BH_4K donne une amine dont le point d'ébullition est bien de 146° sous 16 mm de pression et correspond donc au produit de Braun, mais le picrate fond à 178° et son analyse est excellente. Pour $C_{18}H_{20}N_4O_7$: N %, calculé, 13,86; trouvé, 13,78.

Si, comme l'a fait Panouse pour les sels de pyridinium, la réduction est faite en milieu alcalin, on obtient alors un mélange de corps *o*-dihydrogénés et tétrahydrogénés, mais duquel nous n'avons pu réussir à isoler le dérivé *o*-dihydrogéné; celui-ci est en effet extrêmement instable, s'oxydant et se polymérisant en quelques minutes.

Cette impossibilité d'isoler les dérivés dihydrogénés en milieu alcalin trouve son explication dans les observations de Decker ([4]) d'après lequel l'action de la soude sur l'iodométhylate de la quinoléine conduit, sans agent réducteur, à la N-méthyl-tétrahydro-1.2.3.4-quinoléine. Ainsi, si l'alcalinité du milieu réactionnel permet partiellement la réduction par BH_4K en dérivés dihydrogénés, il faut tenir compte qu'elle conduit en même temps aux dérivés tétrahydrogénés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des échangeurs d'anions sur les aldéhydes aliphatiques.* Note de M. **Georges Durr**, présentée par M. Marcel Delépine.

Dans cette Note l'auteur étudie quelques exemples qui mettent en évidence l'action des échangeurs d'anions sur les aldéhydes aliphatiques.

Dans une Note précédente ([1]) nous avons présenté les résultats que nous avions obtenus en traitant l'œnanthol par les échangeurs d'anions. Nous avons étudié trois autres aldéhydes aliphatiques : *n*-butanal, *n*-hexanal et acétaldéhyde.

1. *n-butanal.* — Le *n*-butanal employé est préparé en faisant passer les vapeurs d'alcool butylique avec un courant d'air, dans un tube contenant un catalyseur d'oxydation (cuivre réduit monté sur laine d'amiante) et chauffé à 330-350° C.

Tous nos essais ont été réalisés avec l'Amberlite IR-4B, résine de la famille des polyalkylènes-polyamines, sous sa forme basique et en milieu non aqueux. Nous avons employé l'échangeur d'anions au pourcentage de 5 g pour 100 g de butanal.

([1]) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1038.

Le produit principal obtenu est $CH_3—(CH_2)_2—CH=C(C_2H_5)—CHO$ (éthyl-2, hexène-2 al) résultant de la condensation de deux molécules de *n*-butanal avec élimination d'une molécule d'eau (crotonisation). Une partie du butanal n'est pas entré en réaction; le résidu, peu important, n'a pas été identifié.

Pour nous rendre compte de l'influence de la température, nous avons fait varier celle-ci entre 60 et 125° C. Pour les températures supérieures au point d'ébullition du butanal (74° C), nous avons opéré dans une bombe hermétique en fer. Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

Rendement en éthyl-2, hexène-2 al : 14 % à 65° C; 23 % à 75° C; 34 % à 95° C; 47 % à 125° C.

La réaction de condensation est donc grandement favorisée par une élévation de température.

Nous avons essayé par une distillation sous vide, de mettre en évidence la formation de l'aldol du butanal ($CH_3—(CH_2)_2—CHOH—CH(C_2H_5)—CHO$), mais il ne semble pas que ce produit se soit formé comme produit intermédiaire.

Remarque. — Un essai dans les mêmes conditions avec un autre échangeur de basicité plus forte, mais plus résistant à la chaleur (Amberlite IRA-400 : polystyrolène à fonction amine quaternaire) n'a donné aucun résultat appréciable, ce qui semble indiquer que la nature de l'échangeur joue un rôle important et que l'action catalytique de l'échangeur ne dépend pas seulement de sa basicité mais également de sa perméabilité.

2. *n-hexanal.* — L'hexanal employé est celui du commerce fraîchement redistillé. Les essais sont effectués à température constante (120-130° C). On obtient comme produit de condensation le butyl-2 octène-2 al résultant de la crotonisation de l'hexanal.

En faisant varier le temps de réaction nous avons obtenu les résultats suivants : 16 % après 1 h; 60 % après 6 h.

De même que pour le butanal, il n'a pas été possible de mettre en évidence la formation de l'hexanaldol.

3. *Acétaldéhyde.* — L'acétaldéhyde employé est obtenu par dépolymérisation du paraldéhyde.

L'étude de cet aldéhyde présente quelques difficultés à cause de sa grande volatilité (É 20°,8 C) et de la facilité avec laquelle il se polymérise. En particulier par action des alcalis caustiques en solution aqueuse diluée on obtient l'aldol, le crotonaldéhyde et un haut polymère mal défini connu sous le nom de résine d'aldéhyde. De plus, l'aldol se décompose facilement à 83-84° C pour donner le crotonaldéhyde [2].

---

[2] Grignard et Reif, *Bull. Soc. Chim.*, 1908, p. 116.

Nos essais ont été effectués dans une bombe hermétique en fer chauffée à 120-130° C. On a obtenu un mélange d'aldol, de crotonaldéhyde et de résine d'aldéhyde. Pour éviter la décomposition de l'aldol, on a effectué le fractionnement sous vide.

A température plus basse (vers 90° C), il n'y a plus formation de résine d'aldéhyde, la proportion d'aldol augmente, celle de crotonaldéhyde diminue. Au contraire, pour une température plus élevée (140° C) on obtient uniquement la résine d'aldéhyde.

Enfin, nous avons fait un essai avec l'acétaldéhyde seul chauffé dans les mêmes conditions (125° C) et pendant le même temps. Nous avons obtenu une très faible quantité d'aldol comme produit principal de condensation; il ne se forme ni crotonaldéhyde, ni résine d'aldéhyde; la plus grande partie de l'acétaldéhyde reste inchangée.

Ces divers résultats semblent montrer que certains échangeurs d'anions sous leur forme basique sont des catalyseurs de condensation des aldéhydes aliphatiques conduisant directement jusqu'à la crotonisation. Ces catalyseurs agissent à des températures assez élevées, variable suivant la nature de l'échangeur. L'efficacité d'un échangeur d'anions dépend non seulement de sa basicité, mais aussi de sa nature et de ses qualités physiques telle que sa sensibilité à la chaleur.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation, isolement et étude des bromhydrates des isomères* cis-trans *de l'α-carbéthoxy α'-diéthylaminoéthoxy stilbène et du bromhydrate de l'α-carbéthoxy α-diéthylaminoéthyl désoxybenzoïne.* Note de MM. **Jean Matti** et **Pierre Reynaud**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Les auteurs ont préparé, isolé et étudié les deux substances susceptibles de résulter de l'action du diéthylaminochloréthane sur l'α-carbéthoxy désoxybenzoïne. L'une en est l'éther de la forme énolique : c'est l'α-carbéthoxy α'-diéthylaminoéthoxy stilbène (I) dont les deux formes *cis-trans* ont été séparées à l'état de bromhydrates; l'autre est l'α-carbéthoxy α-diéthylaminoéthyl désoxybenzoïne (II) qui possède la forme cétonique.

Cette étude complète certains de nos résultats déjà publiés ([1]), ([2]), ([3]). Lorsque l'on fait agir le diéthylaminochloréthane sur l'α-carbéthoxy désoxybenzoïne on obtient un mélange huileux des bases (I) et (II) :

$$\text{(I)} \quad C_6H_5-C-(CO_2C_2H_5)=C-[OCH_2-CH_2-N(C_2H_5)_2]-C_6H_5,$$

$$\text{(II)} \quad C_6H_5-C-(CO_2C_2H_5)-[CH_2-CH_2-N(C_2H_5)_2]-CO-C_6H_5.$$

([1]) *Bull. Soc. Chim.*, (5), 18, 1951, p. 31, 33 et 459.

([2]) *Bull. Soc. Chim.* (5), 18, 1951, p. 612.

([3]) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1230.

Les conditions sont les suivantes :

A 28,5 g d'α-carbéthoxy désoxybenzoïne (1 mol) dissous dans 100 cm³ de benzène on ajoute 14,3 g de diéthylaminochloréthane (1 mol), puis, peu à peu en agitant, 4,1 g d'amidure de sodium pur (1 mol) finement pulvérisé en veillant à ce que la température ne dépasse pas 40°. L'addition terminée, on chauffe lentement le mélange jusqu'à 80°. Cette température est maintenue 1 h. Après une nuit de repos, on verse sur 250 cm³ d'eau. On décante et on extrait plusieurs fois la couche benzénique avec de l'acide chlorhydrique N. Les solutions acides sont rapidement alcalinisées et extraites avec de l'éther. On sèche sur du sulfate de sodium, on chasse le solvant et on distille le résidu. Après avoir isolé quelques gouttes de benzoate de diéthylaminoéthanol (picrate F 133°) on recueille la fraction principale : huile $É_{0,1}$ 198°. Rdt 65,3 %.

La séparation des corps est basée sur les différences de solubilité, dans l'alcool isopropylique, de l'un de leurs sels : le bromhydrate, ainsi que sur la grande différence de stabilité, en milieu acide, des éthers *cis* et *trans* de la forme énolique de l'α-carbéthoxy désoxybenzoine (I) et de la cétone (II) : seuls, les éthers sont scindés. Cette dernière propriété nous a permis d'évaluer à 90 % environ la proportion de (I) et à 10 % celle de (II) dans le produit de la réaction.

Produit (I). — L'isolement de l'un des isomères géométriques de l'α-carbétoxy α'-diéthylaminoéthoxy stilbène, celui dont le bromhydrate fond le plus haut F 136°, ne présente aucune difficulté : il est peu soluble dans l'alcool isopropylique. Par contre, la séparation de l'autre isomère, dont le bromhydrate F 106° est plus soluble, est plus délicate : il faut, pour le séparer complètement, ajouter de l'éther à la solution alcoolique-mère de cristallisation. Une fois isolés, ces deux sels recristallisent facilement, même dans l'eau. Ils se présentent alors, l'un (F 136°) sous l'aspect de prismes rectangulaires; l'autre (F 106°) de superbes aiguilles très fines (4). On obtient environ six parties du premier pour quatre du second. Tous deux ont comme composition centésimale $C_{23}H_{30}O_3NBr$ et sont coupés, à froid, par les acides, en solution aqueuse, en un temps inversement proportionnel au pH. Il se forme quantitativement de l'α-carbéthoxy désoxybenzoïne et du sel de diéthylaminoéthanol. Par ébullition dans de l'acide bromhydrique 0,5 N, cette coupure est presque instantanée. L'isomère F 136° est cependant coupé plus rapidement encore que F 106°.

En milieu alcalin alcoolique, ces corps ne sont pas coupés, seule la fonction ester est saponifiée à l'ébullition. L'un et l'autre additionnent instantanément le brome. Cette fixation s'accompagne d'une dislocation complète de la molécule. L'ensemble de ces propriétés, joint aux connaissances que nous avons

(4) La séparation effectuée par l'intermédiaire des chlorhydrates est très délicate. Isolés, ces chlorhydrates fondent, après plusieurs cristallisations, à 142° (plaquettes, alcool éthylique absolu) et à 123° (aiguilles prismatiques, mélange alcool absolu, éther).

déjà ([1]), confirme la structure (1) que nous attribuons à chacun de ces deux corps. Leur isomérie géométrique est mise en évidence par l'étude comparative des spectres d'absorption dans l'ultraviolet. L'isomère fondant le plus bas a une courbe d'absorption légèrement plus près du visible que celle de l'isomère fondant le plus haut [à rapprocher de ([3])].

Voici le résultat des ces mesures : l'absorption est exprimée par log ε, les autres chiffres représentent $\nu\ 10^{-12}$. Alcool N/1000.
Bromhydrate F 106° : 1091 (log ε 3,95) ↘ 1200 (log ε 3,82);
Bromhydrate F 136° : 1128 (log ε 4,07) ↘ 1265 (log ε 3,83).

Produit (II). — L'α-carbéthoxy α-diéthylaminoéthyl désoxybenzoïne se trouve, après la séparation des éthers de l'énol, sous forme de bromhydrate, dans le produit huileux obtenu en concentrant les alcools isopropyliques de cristallisations. Pour l'isoler, aussi pur que possible, on détruit tout d'abord les éthers, contenus encore dans cette huile, par des ébullitions répétées avec de l'acide bromhydrique dilué; ensuite, après avoir extrait avec de l'éther, on alcalinise, on décante la base insoluble, on la lave abondamment avec de l'eau, et l'on en refait le bromhydrate. Ce sel est hygroscopique; nous n'avons pu l'obtenir cristallisé. Le picrate est insoluble dans l'eau mais également huileux. Ces propriétés, ainsi que le faible rendement en ce produit (6,5 % brut) nous ont empêchés de procéder à des analyses susceptibles d'apporter, par elles-mêmes, une confirmation de la constitution de cette amino-cétone. Aussi, l'avons-nous identifiée par l'étude comparative du spectre d'absorption dans l'ultraviolet de la solution de son bromhydrate avec : *d'une part* le spectre de la solution de l'α-carbéthoxy désoxybenzoïne : les spectres ont une origine très voisine et s'entrelacent [à rapprocher de la figure 2 de notre plublication ([1]) p. 31], et, *d'autre part*, avec les spectres des deux isomères géométriques de l'α-carbéthoxy α'-diéthylaminoéthoxy stilbène établis ici.

Cétone étudiée (bromhydrate alcool N/1000) : 1193 (log ε 4,02) ↘;
α-carbéthoxy désoxybenzoïne (alcool N/1000) : 1209 (log ε 4,05) ↘.

Il est donc évident, d'après cette étude, qu'il ne subsiste aucun doute quant à la présence de la cétone (II) dans les produits de la réaction.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Surfaces d'aplanissement tertiaires de forme alvéolaire dans la partie septentrionale du Massif Central français.* Note de M. **Jean Dautry**, présentée par M. Emmanuel de Margerie.

Les éléments du relief, sa formation, et l'évolution morphologique de l'une d'entre elles.

Au cours de l'époque Tertiaire, les interférences entre plis Hercyniens et Alpins aboutissaient à la création de cuvettes intérieures, d'origine

tectonique, dissymétriques pour la plupart. L'évolution morphologique de chacune d'elles paraît s'être poursuivie d'une manière quasi indépendante des grands niveaux de base extérieurs, en marge des bordures sédimentaires au Nord du Massif Central français.

C'est ainsi que la cuvette dissymétrique ayant conservé les restes Oligocènes du bassin de Gouzon (Creuse) montre un entourage de « *banquettes d'érosion* » formant des plateaux étagés. Ceux-ci paraissent avoir évolué en fonction du seul cadre structural originel et de ses modifications successives. Dans son ensemble, le réseau hydrographique paraît s'adapter aux limites principales de ce cadre : Combrailles à l'Est, plateaux des Marches à l'Ouest, basculement et affaissement Tertiaire Sud-Nord contre la barre granitique et granulitique Est-Ouest allant du Sud-Est de Montluçon jusqu'à la Creuse, directions médidiennes du socle, enfin, qui ont créé une gouttière de convergence empruntée par le Cher. Ce cadre détermine un ensemble hydrographique indépendant et cohérent, celui du « *Haut-Cher* », qui comprend les cours de la Tardes et de la Voueize, s'opposant au cours du Cher lui-même dans le fossé tectonique de Montluçon.

Cependant, dans le détail, les ressauts marqués par les interfluves, aussi bien que les ruptures de pente concomitantes dans les profils longitudinaux des thalwegs montrent également *l'inadaptation totale de ce même réseau aux accidents structuraux internes d'influence secondaire*. La répartition, l'épaisseur, et le faciès des quelques dépôts Oligocène conservés montrent d'autre part, que *remplissage* et *affaissement*, *remblaiement et érosion ont alterné*, et que l'enfoncement s'est ainsi effectué par à-coups successifs [1].

Ces reprises de mouvements à la suite de périodes de stabilité ont amené la fossilisation de portions importantes de la surface Eogène [2], cependant que d'autres se trouvaient encore en voie d'achèvement. Dans ces conditions, *l'inadaptation du réseau, déjà souvent fort avancée, s'est trouvée accrue dans de notables proportions*. A la fin de l'époque Oligocène (Aquitanien) [3], une surface d'aplanissement a pu ensuite, au cours d'une période de stabilité relative suffisamment longue, *retoucher sur les bords du bassin la surface Eogène*, créant un nouveau replat, et un nouvel étagement très net dans le socle cristallin.

---

(1) *Cf.* A. Perpillou, *Le Limousin. Étude de géographie régionale*, Chartres, Durand, 1940.

(2) H. Baulig, *Le plateau central de la France et sa bordure méditerranéenne*, Colin, 1928 et rééditions.

(3) A. Cholley, *Recherches sur les surfaces d'aplanissement tertiaires dans le Jura méridional et dans le Bourbonnais et le Charolais* (*Cong. Int. de Géographie*, Paris, II, 1931).

Cette « morsure » se distingue parfaitement autour de Gouzon, à des formes topographiques très fraîches :

— Au Centre, larges dépressions où dorment des étangs, vallées aux versants très adoucis alternent avec de molles ondulations : c'est la plaine intérieure de Gouzon.

— Au Sud, à travers une bande régulière de collines qui s'élèvent graduellement, le socle cristallin réapparaît *sous forme de glacis*. On retrouve là, la pente originelle de la surface Eogène affaissée (c'est une région dans laquelle cette surface, fossilisée sous le Stampien, s'individualise comme pénéplaine à peine exhumée). Mais l'attaque du socle par érosion régressive a déterminé deux systèmes hydrographiques : l'un qui consiste en un réseau aux directions rectilignes imposées par la pente, peu ou pas anastomosé, et dont l'enfoncement est peu poussé; l'autre, déjà plus enfoncé, a des versants *resserrés à l'amont qui s'élargissent vers l'aval*. Son écoulement n'est plus en rapport avec la pente de la pénéplaine exhumée.

— Au Nord comme au Sud du bassin de Gouzon, un premier plateau plus élevé, à peu près plat, fait suite au glacis. On le trouve sur tout le pourtour, à une altitude variant entre 500 et 530 m. La totalité des rivières le traversent en gorges qui, contrairement à celles pénétrant le glacis, sont de plus en plus profondes, et de plus en plus resserrées *d'amont vers l'aval*. Puis, plus au Sud, apparaît un nouveau glacis, constitué par des collines de 560 à 630 m d'altitude moyenne, dont la pente graduellement montante vers le Sud est de valeur à peu près similaire à celle du glacis inférieur. C'est la « *pénéplaine Eogène vraie* », attaquée de partout par un réseau beaucoup plus ramifié, aux caractères différents, et qui représente l'amorce d'un nouveau cycle d'érosion.

Les surfaces qui se remarquent à la suite, et sont parfois très nettes, témoignent d'une planation d'âge probable ([4]) Infra-Crétacé ([5]). Plus haut encore, de vastes portions semblent appartenir à une surface qui se rattache à celles du Haut-Limousin et serait ainsi dérivée peu à peu de la surface Post-Hercynienne elle-même.

Par la répétition de semblables phénomènes d'érosions et de remblaiements successifs, ayant amené une évolution morphogénétique que l'on peut assimiler à d'autres cuvettes de l'intérieur du Massif Central Nord, telles le bassin de Cosne d'Allier, creusé dans le Permien du Bourbonnais, ou même celle de la Haute-Sioule entre Pontaumur et Pontgibaud, la formation de surfaces alvéolaires prend un caractère de généralité certain

---

([4]) Aucun dépôt n'existe sur tous ces plateaux.

([5]) A. Perpillou, *Le Limousin. étude de géographie physique régionale* (*Thèse*, Chartres, 1900, Durand).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur l'emploi du lait de Coco pour la réalisation des cultures de tissus végétaux.* Note de M. **Roger Gautheret**, présentée par M. Roger Heim.

Les milieux additionnés de lait de Coco permettent de cultiver certains tissus plus facilement que les milieux habituels. Mais, dans d'autres cas, les résultats sont décevants, car la prolifération bien que rapide présente des caractères pathologiques et ne peut être entretenue indéfiniment.

On sait que l'albumen liquide contenu dans les jeunes graines de *Cocos nucifera* (lait de coco) stimule puissamment la prolifération cellulaire. Cette découverte fut faite par Van Overbeek, Conklin et Blakeslee (1) au cours de recherches sur la culture des embryons de *Datura*. Par la suite, Caplin et Steward (2) ont obtenu une prolifération intense du parenchyme libérien de Carotte en utilisant des milieux additionnés de doses convenables de lait de Coco. Enfin, Duhamet (3) a démontré que cette substance possède la propriété spécifique de stimuler le développement des tissus tumoraux qui, comme nous l'avions établi antérieurement, sont insensibles aux auxines (4).

A la suite de ces résultats, on pouvait penser que l'emploi du lait de Coco comme agent stimulant deviendrait une pratique absolument courante. Certaines tentatives furent très encourageantes. Signalons, en effet, que c'est grâce à lui que Morel et Wetmore (5) ont réalisé des cultures de tissus de Monocotylédones et qu'Henderson, Durrell et Bonner (6) ont obtenu la culture indéfinie des tissus de Soleil. Duhamet et Goris ont constaté que les colonies de tissus de Carotte et de Crown-Gall de Scorsonère, cultivés en présence de lait de Coco, ne subissent pas d'altération de leurs propriétés générales car, lorsqu'on les ramène ensuite dans un milieu ne contenant que des sels minéraux et du glucose, elles reprennent leur régime de croissance et leur aspect primitif (travaux inédits).

Toutefois, dans des cas également nombreux, l'emploi du lait de Coco a suscité des déboires. Nous avons, par exemple, entrepris des essais infructueux pour améliorer au moyen de cette substance le développement de certains tissus à croissance normalement lente. C'est ainsi que, dans le cas des souches normales de Vigne, de Rutabaga et d'Endive, son addition

(1) *Science*, 94, 1941, p. 350-351.
(2) *Science*, 108, 1948, p. 655-657.
(3) *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 770 et *C. R. Soc. Biol.*, 145, 1951, p. 1781.
(4) *C. R. Soc. Biol.*, 142, 1948, p. 807-808.
(5) *Amer. J. Bot.*, 38, 1951, p. 138-140.
(6) *Amer. J. Bot.*, 39, 1952, p. 467-473.

aux milieux de culture a permis une exaltation parfois considérable du développement, mais au bout de six à dix passages selon les espèces, la prolifération s'est ralentie et les cultures furent perdues. Des essais réalisés avec des souches de tissus normaux de Topinambour et de Scorsonère furent plus encourageants, car la croissance s'accéléra d'une manière durable par l'utilisation de milieux à base de lait de Coco. Mais les souches ayant subi ce traitement n'ont pu être ramenées avec succès sur le milieu primitif qui contenait seulement de l'acide naphtalène acétique comme agent stimulant car, chaque fois que l'on supprimait le lait de Coco, les colonies se nécrosaient en quelques semaines.

Nous avons enregistré un échec analogue avec la souche de tissus de Carotte de Levine [7] qui possède la propriété exceptionnelle, pour cette espèce, de produire des bourgeons. La croissance de cette souche sur un milieu contenant de l'acide indole acétique à la dose de 5.10^{-6} était relativement rapide et l'adjonction de lait de Coco permettait d'obtenir une prolifération encore plus intense. Or, après avoir cultivé des colonies pendant à peu près une année en présence d'un mélange des deux substances stimulantes, nous avons constaté qu'elles ne pouvaient plus se passer de lait de Coco, mais se nécrosaient dès que l'on supprimait celui-ci.

Signalons encore que l'emploi du lait de Coco pour la culture des tissus de pommes de terre a probablement fourni des résultats décevants à Steward et Caplin [8], car ils semblent avoir abandonné les études qu'ils poursuivaient sur cette espèce.

Signalons enfin que le lait de Coco provoque parfois une modification de l'aspect des cultures. C'est ainsi que les colonies de tissus normaux de Vigne soumises à son action deviennent spongieuses et s'entourent d'un revêtement brun qui ne se forme pas dans les cultures réalisées en présence d'acide indole acétique. Cette modification morphologique s'accompagne de troubles physiologiques dont Goris a récemment donné un exemple dans le cas des tissus de Carotte [9].

Ainsi, le lait de Coco ne peut être considéré comme une panacée. La prolifération intense qu'il provoque présente souvent un caractère pathologique; elle s'accompagne de modifications des propriétés tissulaires de telle sorte que l'on ne peut espérer entreprendre des études sur la physiologie normale des tissus au moyen de cultures réalisées en présence de cette substance.

---

(7) *Amer. J. Bot.*, **38**, 1951, p. 132-138. La souche utilisée dans ce travail nous fut aimablement adressée par M. Levine.

(8) *Science*, **113**, 1951, p. 518-520.

(9) *Comptes rendus*, **231**, 1950, p. 870.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations à propos de la Note précédente.* Note de MM. **Roger Heim** et **Roger Cailleux.**

La Note précédente de M. Roger Gautheret nous conduit à ajouter quelques indications provenant d'essais entrepris durant ces derniers mois, au Laboratoire de Cryptogamie du Muséum National, relatifs à l'influence du lait de Coco frais sur la croissance des Champignons Basidiomycètes, en culture pure. Nos propres expériences confirment les déboires que nous signale à ce propos l'auteur de la Note ci-dessus.

Nous avons utilisé des solutions aqueuses de 10, 15 et 20 % de lait de Coco en milieu gélosé. Les espèces suivantes ont servi de matériel cultural vivant [1].

Clitocybe candida (47) et *nebularis* (78); *Collybia fusipes* (221) et *velutipes* (90, 913); *Mucidula mucida* (60) et *radicata* (1); *Termitomyces mammiformis* (627), *Schimperi* (476) et *striatus* (698); *Pholiota adiposa* (55), *aurivella* (360), *ægerita* (2203), *destruens* (51), *heteroclita* (2225), *mutabilis* (26), *præcox* (910), *spectabilis* (160), *squarrosa* (305); *Pleurotus cornucopiæ* (933); *Psalliota augusta* (43) et *arvensis* (44); *Dryodon coralloides* (917), *cirrhatum* (20) et *Erinaceus* (24); *Fistulina hepatica* (948); *Ganoderma lucidum* (340); *Gyrophana lacrymans* (919); *Lentinus tigrinus* (131) et *tuber-regium* (657); *Leucoporus brumalis* (116); *Melanopus varius* (932); *Schizophyllum commune* (262); *Sparassis crispa* (69); *Xanthochrous cuticularis* (45).

Dans l'ensemble, les croissances se sont montrées plus lentes que sur le milieu gélosé témoin, à 2 % de maltea Moser. *Pholiota destruens* et *heteroclita* ont poussé difficilement, les trois *Dryodon* très lentement et incomplètement. *Fistulina hepatica* n'a manifesté aucun développement, malgré plusieurs essais. Cependant, quelques espèces ont produit sur le milieu au lait de Coco des fructifications analogues à celles observées d'autre part sur maltea à 2 % : *Mucidula mucida*, *Lentinus tigrinus*, *Leucoporus brumalis*; les carpophores observés se sont développés avec la même vitesse, quelle que soit la concentration en lait de Coco. D'autres cultures, par contre, qui fructifient aisément sur malt, sont restées stériles sur milieu au lait de Coco : *Collybia velutipes*, *Pholiota ægerita* et *adiposa*. Une seule espèce a fructifié plus aisément sur ce dernier milieu : *Mucidula mucida*. Sur lait de Coco *pur* gélosé, la croissance est apparue généralement très lente et n'a pas conduit à des fructifications.

Par contre, l'utilisation de la pulpe de noix de Coco, en tranches stéri-

---

[1] Les numéros correspondent aux souches de la Mycothèque du Muséum National d'Histoire Naturelle.

lisées, comme milieu de culture, a produit de remarquables cultures et conduit à des fructifications nettement plus robustes que sur maltea : tel a été le cas notamment de *Mucidula mucida*, *Lentinus tigrinus*, *Leucoporus brumalis*.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Guérison de Dahlias atteints d'une maladie à virus*. Note (*) de MM. **Georges Morel** et **Claude Martin**, présentée par M. Raoul Combes.

Les diverses variétés de Dahlias cultivées sont très sensibles à certaines maladies à virus comme la Mosaïque du Dahlia, la Mosaïque du Concombre et le *Tomato spotted wilt*. La plus grave de ces maladies, la Mosaïque du Dahlia, cause de grands ravages dans les cultures. Les plantes atteintes présentent d'abord une panachure des feuilles qui affecte la forme de bandes claires le long des nervures principales, puis de taches jaunâtres sur le limbe. A un état plus avancé de la maladie, la plante présente un nanisme et un rabougrissement très prononcé, ainsi que des déformations du feuillage et des boutons à fleur qui la rendent impropre à la culture.

Cette plante étant fortement hétérozygote, elle n'est propagée que par voie végétative, ce qui a eu pour effet de répandre la maladie à tel point que la plupart des variétés actuellement cultivées sont en train de dépérir.

D'autre part, un certain nombre d'auteurs, parmi lesquels Samuel [1], Bawden et Pirie [2], Limasset et Cornuet [3], ont étudié la répartition de certains virus comme celui de la Mosaïque du Tabac à l'intérieur de la plante. Ils ont constaté que la teneur en virus diminue considérablement lorsqu'on passe d'une feuille adulte à une feuille jeune; à l'intérieur du bourgeon terminal elle est si faible qu'elle ne peut être déterminée par les tests les plus précis. Ceci amène à penser que le méristème apical doit être indemne de virus. S'il en est bien ainsi, il doit être possible, en prélevant aseptiquement le méristème apical de Dahlias malades et, en le cultivant *in vitro*, d'obtenir des plantes saines à partir de plantes malades.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons donc, au début de la végétation, disséqué des bourgeons terminaux de Dahlias de la variété « Rêve rose » fortement attaqués par le virus de la Mosaïque et prélevé aseptiquement les méristèmes apicaux, que nous avons mis en culture sur diverses solutions nutritives. Les fragments ainsi prélevés mesuraient environ 250 μ de long et possédaient ordinairement 2 ébauches de feuilles visibles. Le

(*) Séance du 17 novembre 1952.

(1) *Ann. Appl. Biol.*, 21, 1934, p. 90.

(2) *Brit. J. Exp. Patho.*, 27, 1946, p. 81.

(3) *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 1971.

milieu nutritif qui nous a donné les meilleurs résultats était composé de solution de Knop diluée de moitié et renfermait, en outre, 2 % de glucose et de l'extrait de levure Difco à la concentration de 0,5 gramme par litre.

Sur ce milieu, la croissance des méristèmes est très irrégulière. Tous les explantats commencent à s'accroître rapidement et en une semaine atteignent environ 1 mm de long, puis ils restent stationnaires pendant plusieurs semaines et occasionnellement l'un d'eux continue à se développer pour former une tige feuillée de 1 ou 2 cm, mais nous n'avons jamais observé la formation de racines. Pour obtenir des plantes entières, nous avons donc greffé ces pousses feuillées sur de jeunes plantes indemnes de virus cultivées en serre. Quand les greffons eurent atteint une dizaine de centimètres de long, ils furent bouturés et mis en pleine terre sous des cages permettant d'éviter les contaminations par les insectes.

Les plantes se sont développées normalement sans présenter aucun des symptômes du virus de la Mosaïque. A deux reprises, elles ont été testées sérologiquement et, les deux fois, les tests ont été négatifs. Nous pensons donc être parvenus de cette manière à éliminer le virus.

En résumé, ces expériences montrent qu'il est possible d'obtenir des plantes saines à partir de Dahlias atteints du virus de la Mosaïque. Nous cherchons actuellement à étendre cette technique à d'autres plantes, comme la Pomme de terre.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La localisation des composés catéchiques phlorogluciques dans les organes végétatifs du Pin maritime.* Note (*) de MM. **Roger David** et **Jack Masquelier**, transmise par M. Henri Devaux.

La présence de tanin a été signalée par divers auteurs, notamment par H. Devaux et A. Bargues [1] dans la région cortico-libérienne de la jeune tige de *Pinus Pinaster* et par P. Dangeard [2] dans les jeunes plantules de cette espèce. Tout récemment, J. Masquelier et G. Sansous [3] ont constaté que « l'écorce » (liber et rhytidome) du tronc contient un flavonol incolore, un leucoanthocyane de couleur jaune pâle à activité vitaminique P et ses produits de condensation : tannoïde et phlobaphène. Ces diverses substances à noyau phloroglucique n'ont été trouvées qu'à l'état

---

(*) Séance du 17 novembre 1952.

(1) *Procès-verbaux de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 1925-1926, p. 174.

(2) *Le Botaniste*, 15, 1923, p. 118.

(3) *Bull. Trav. Soc. pharm. Bordeaux*, juin 1952.

de traces dans le bois du tronc de l'arbre. Elles ont une structure voisine de celle indiquée par Tayeau et Masquelier ([4]) pour les substances catéchiques des téguments des graines d'arachides. Nos travaux antérieurs ([3]), ([5]) nous ont amenés à préciser la localisation de ces substances dans les tissus des divers organes végétatifs du Pin maritime.

Pour cela, nous avons d'abord recherché leur présence par la vanilline chlorhydrique ([6]) qui colore tous ces composés en rouge, puis nous avons précisé leur nature (leucoanthocyane, tannoïde ou composés plus condensés) en traitant les coupes des organes par un solvant approprié ([7]). Dans certains cas, la solubilité de ces composés dans HCl rendant leur localisation difficile, par suite de la diffusion de la coloration rouge, nous les avons insolubilisés en traitant les coupes pendant 24 h par une solution alcoolique d'acétate de plomb ([8]).

Le leucoanthocyane étant de couleur jaune très pâle ne peut être décelé directement par l'examen histologique (après montage des coupes dans l'éther, le chloroforme ou le benzène dans lesquels il est insoluble) mais on peut l'observer très facilement après traitement par l'acétate de plomb qui accentue fortement la coloration jaune. Le tannoïde de couleur jaune rougeâtre, peut être observé après montage des coupes dans une solution saturée de ClNa qui dissout le leucoanthocyane. Enfin, on peut constater la présence de composés catéchiques plus condensés de couleur brunâtre après traitement des coupes par l'éther ou le chloroforme qui dissolvent le flavonol, puis par l'eau salée qui élimine le leucoanthocyane, et montage dans l'eau qui dissout le tannoïde.

Dans la racine de la jeune plantule, seul, le leucoanthocyane est présent dans la vacuole des cellules de l'assise pilifère ainsi que dans les cellules sécrétrices du cylindre central. Lorsque la racine possède des formations secondaires, la vacuole de certaines cellules du parenchyme cortical contient aussi le leucoanthocyane tandis que d'autres cellules possèdent le tannoïde; on trouve aussi le leucoanthocyane dans les cellules du parenchyme libérien. Le suber et notamment les cellules pierreuses contiennent des composés catéchiques phlorogluciques très condensés brun rougeâtre. Enfin, dans les rayons médullaires du bois, on observe la présence d'inclusions solides

---

([4]) *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 602.

([5]) R. David, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 2637.

([6]) Solution à 1 % de vanilline dans HCl pur.

([7]) A cause de sa très faible concentration et de sa relative instabilité, il ne nous a pas été possible de déceler le flavonol par une technique histochimique.

([8]) Acétate de Pb : 5 g; eau distillée : 50 cm³; alcool à 95° : 50 cm³.
On lave soigneusement les coupes à l'eau avant de les traiter par la vanilline chlorhydrique pour éviter la formation d'aiguilles de $PbCl_2$.

peu colorées, à peu près insolubles dans l'eau salée, l'eau distillée et l'alcool, devenant jaune plus ou moins foncé avec l'acétate de plomb et rouge foncé par la vanilline chlorhydrique; il s'agit donc de composés catéchiques phloroglucíques assez condensés.

Les cellules épidermiques et quelques cellules hypodermiques de l'axe hypocotylé de la plantule ainsi que les cellules sécrétrices du cylindre central contiennent du leucoanthocyane. Cette substance se retrouve dans les cellules corticales de la tige d'un an dont les cellules épidermiques et sous-épidermiques contiennent des composés catéchiques insolubles très condensés. Un an plus tard, on retrouve les mêmes composés localisés de la même manière, mais, de plus, le leucoanthocyane est nettement décelable dans quelques cellules du parenchyme libérien; d'autres cellules corticales ainsi que quelques cellules de la moelle contiennent le leucoanthocyane. Le nombre des cellules corticales contenant cette substance ou du tannoïde augmente encore par la suite; ainsi au bout de 4 ans la plupart des cellules du parenchyme cortical contiennent le leucoanthocyane, d'autres possèdent le tannoïde. A ce moment, dans les cellules libériennes, il existe très peu de tannoïde, mais surtout du leucoanthocyane.

Chez l'arbre d'une quarantaine d'années, les cellules du parenchyme libérien possèdent un peu de leucoanthocyane et beaucoup de tannoïde; elles contiennent seulement un peu de phlobaphène (soluble dans l'alcool bouillant). Il semble bien qu'une même cellule du parenchyme libérien soit capable de synthétiser ces divers composés catéchiques : leucoanthocyane, tannoïde, phlobaphène. Le suber, les rayons médullaires du bois et certaines cellules du parenchyme ligneux entourant les canaux sécréteurs, contiennent des composés catéchiques très condensés.

Dans l'aiguille, nous n'avons décelé que le leucoanthocyane; l'épiderme et l'hypoderme en contiennent; on en trouve aussi dans la vacuole de la plupart des cellules du parenchyme chlorophyllien, dans les cellules de soutien et les cellules sécrétrices des canaux sécréteurs, dans quelques cellules de l'endoderme, dans certaines cellules du tissu de transfusion, dans quelques cellules péridesmiques et enfin dans certaines cellules des rayons médullaires de la méristèle. Nous n'avons donc observé dans aucun tissu la présence de tannoïde ni de composés catéchiques plus condensés.

En résumé, le parenchyme cortical de la tige et les grandes cellules du parenchyme libérien paraissent bien former d'abord le leucoanthocyane puis le tannoïde et il est fort probable que le flavonol soit la substance mère de ces composés. Il en serait de même dans l'écorce de la racine. Le suber et notamment les cellules pierreuses contiennent des composés très condensés. Des inclusions analogues se trouvent aussi dans les rayons médullaires du bois. Enfin, il est curieux de constater que l'aiguille ne contient pas de tannoïde, ni de composés plus condensés.

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *Action prolongée de l'eau et des acides naphthylacétique et indolacétique sur l'appareil stomatique isolé.* Note de M. **Igor Mouravieff**, présentée par M. Roger Heim.

L'action prolongée de l'eau et des acides naphthylacétique et indolacétique sur l'appareil stomatique isolé provoque une courbure anormalement forte des cellules stomatiques traduisant une importante hydratation en rapport avec la lyse de l'amidon et les changements d'élasticité membranaire.

Certaines recherches ([1]), ([2]) ont confirmé récemment que l'immersion prolongée de disques de Pomme de terre dans des solutions aérées de composés à action phytohormonale provoque une absorption « non osmotique » de l'eau.

Ces constatations rendent particulièrement intéressante l'étude de l'action de ces substances sur les cellules stomatiques. Les réserves amylacées sont facilement contrôlables et l'absorption ou l'élimination de l'eau se traduit par une variation du diamètre des stomates isolés, ce qui permet de vérifier par des méthodes différentes les résultats obtenus sur les disques de Pomme de terre.

Les stomates fermés et isolés d'*Aponogeton distachyus* et de *Vicia Faba* sont placés à l'obscurité sur des solutions d'acide naphthylacétique (ANA) et d'acide indolacétique (AIA), à la température de 27° C, pour 48 h. On a mesuré la largeur de l'appareil stomatique et de l'ostiole, avant et à la fin de l'expérience. La valeur osmotique a été déterminée par la méthode plasmolytique au début et à la fin de l'expérience. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-contre.

Nos recherches montrent que l'ANA comme l'AIA sont toxiques pour les stomates isolés. Mais, à 3 mg, les stomates montrent une notable augmentation du diamètre, qui peut atteindre 40 % chez *Aponogeton distachyus*, et davantage chez *Vicia Faba*. Certains stomates se sont tellement élargis qu'ils ont pris la forme de deux fers à cheval opposés par leurs bouts. En même temps, il se produit une forte réduction de l'amidon dans les stomates et la valeur osmotique a notablement baissé. Le séjour des stomates dans l'eau distillée pendant 48 h provoque également une augmentation du diamètre des stomates, une réduction de l'amidon et un abaissement de la valeur osmotique.

Comme avec les disques de Pomme de terre, l'absorption de l'eau se fait seulement après les premières 24 heures. Si l'expérience est prolongée, les stomates meurent dans les hétéroauxines. Cependant, les cellules sto-

([1]) L. Brauner et M. Hasman, *Bull. Fac. Med. Istanbul*, 12, 1949, p. 57-71.
([2]) D. P. Hackett, *Plant Physiol.*, 27, 1952, p. 279-284.

matiques meurent « en extension », ce qui dénote une modification irréversible de l'élasticité de la membrane.

Plante.	Durée de l'expérience (h).	Concentration des solutions (mg/l).	Variations en % du diamètre de l'appareil stomatique.	Variations de la teneur en amidon des cellules stomatiques.	Plasmolyse limite en molécules de glucose. Au début.	Plasmolyse limite en molécules de glucose. A la fin.
Aponogeton distachyus.	16	10	–	–	–	–
	5	10	0	0	0,72	0,72
	16	5	0	0	»	–
	48	5	+ 40 (*)	Disparition ou traces	»	0,25
	48	3	+ 40 (*)	Id.	»	»
	48	Eau distillée	+ 25–30 (**)	Id.	»	»
Vicia Faba.	48	5	–	–	–	–
	16	5	0	0	0,75	0,75
	48	3	+ 60 (*)	Forte diminution	»	0,33
	48	Eau distillée	+ 50-60 (**)	Id.	»	»

(*) Nombreux stomates en « fer à cheval ».
(**) Quelques stomates en « fer à cheval ».

Nos recherches confirment les résultats des expériences sur les tissus de réserve. On pourrait alors représenter théoriquement l'absorption de l'eau provoquée par ces substances, dans le cas des cellules stomatiques, par le même schéma que celui proposé pour les tissus de réserve. Sous l'action des hétéroauxines, qui se manifeste au bout de 24 h, la vitesse de la lyse de l'amidon est activée. Il se produit un appel d'eau de l'extérieur et une augmentation du diamètre des stomates, facilitée par un relâchement de la pression membranaire. Mais les sucres formés sont utilisés rapidement dans le métabolisme respiratoire intensifié ([3]), la valeur osmotique baisse notablement, tandis que l'eau rentrée dans les cellules stomatiques continue à s'y maintenir, n'étant pas attirée vers l'extérieur. Il en résulte que l'augmentation du diamètre et l'abaissement de la valeur osmotique sont retrouvés à la fin de l'expérience.

BIOCHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le flavonoside des fruits du* Paliurus aculeatus *Lamk.* Note de M. **René Paris**, présentée par M. René Souèges.

Des fruits du *Paliurus aculeatus* Lamk a été séparé un hétéroside cristallisé de la série flavonique, donnant par hydrolyse, d'une part, une génine ayant les caractères du quercétol et, d'autre part, des sucres, rhamnose et glucose. Cet hétéroside a été identifié par ses propriétés physiques et chimiques au rutoside.

([3]) L. Anker, *Konink. Nederl. Akad. Weten.*, Sect. Sc., 54, 1951, p. 525.

Au cours de recherches systématiques sur la répartition des dérivés flavoniques chez les végétaux, nous avons pu caractériser ces pigments chez diverses Rhamnacées et notamment chez le Paliure (*Paliurus aculeatus* Lamk = *Rhamnus Paliurus* L.) encore dénommé Épine du Christ. Il s'agit d'un arbrisseau de la région méditerranéenne dont le fruit sec, soudé au réceptacle et entouré d'une aile transversale formée par la base élargie du style, est tout à fait caractéristique. Ces fruits sont utilisés en médecine populaire comme diurétiques.

Peu de travaux chimiques ont été effectués sur cette espèce. Maurin en 1928 (¹) signale la présence dans l'écorce de la tige de 0,95 % de dérivés anthracéniques. Cependant dernièrement, notre travail étant en cours, A. Ronchèse et M. Fiquet (²) ont obtenu, à partir des fruits, un glucoside vrai de F 194°, de poids moléculaire voisin de 450 donnant la réaction de la cyanidine, et pour lequel ils ont proposé le nom de paliuroside. Dans une deuxième communication (³), les mêmes auteurs ayant constaté que la génine était identique au quercétol identifient le paliuroside à l'isoquercitroside. Nos conclusions sont différentes.

Nous avons tenté l'extraction des dérivés flavoniques à partir des fruits et des feuilles. Le meilleur procédé consiste à traiter les organes végétaux par l'alcool bouillant (une seule fois et sans broyage ultérieur), à concentrer sous pression réduite et à reprendre immédiatement l'extrait alcoolique par l'eau bouillante après dégraissage au chloroforme. Au bout de quelques jours apparaissent, peu à peu, dans le cas des fruits, des masses cristallines jaune soufre. Le rendement est beaucoup plus élevé chez les fruits verts (0,15 %). Avec les feuilles nous n'avons obtenu qu'un dépôt amorphe jaune brun. Après redissolution dans l'eau bouillante ou l'alcool à 50° on obtient un produit jaune pâle, cristallisé en aiguilles, se ramollissant à 198° et fondant avec décomposition à 208-210° (bloc Maquenne). Cette substance perd 4,7 % d'eau à 100° et 7,34 % à 130°; elle est lévogyre $\alpha_D (c = 1\ \%) = -13° \pm 3$ (alcool à 60°) et $-40° \pm 3$ (pyridine + 10 % d'eau) peu soluble dans l'eau froide, plus soluble à chaud, soluble dans le méthanol, l'alcool isopropylique, la pyridine et les solutions alcalines, insoluble dans le benzène, le chloroforme, l'éther. Elle présente les réactions colorées des dérivés flavoniques : teinte jaune foncée en milieu alcalin disparaissant en milieu acide, fluorescence jaune en milieu sulfurique, coloration verte avec le perchlorure de fer, bleue avec le réactif de Folin et Denis. L'obtention d'une teinte rouge avec le magnésium et l'acide chlorhydrique (réaction de la cyanidine), d'une coloration jaune orangé

(¹) *Bull. Sc. pharmacol.*, 35, 1928, p. 236.

(²) *Ann. pharm. fr.*, *C. R. Acad. de Pharm.*, Paris, séance du 2 avril 1952 (à paraître).

(³) *Ann. pharm. fr.*, *C. R. Acad. de Pharm.*, Paris, séance du 5 nov. 1952 (à paraître).

avec le pentachlorure d'antimoine en milieu chloroformique (réactif de Marini), d'une fluorescence jaune verdâtre avec le réactif citroborique de Wilson en milieu acétonique anhydre, montrent qu'il s'agit d'un flavonol. Ce pigment devient réducteur après ébullition avec un acide minéral; il s'agit donc d'un hétéroside. Après chauffage de 4 h au bain-marie bouillant, en solution à 1 % dans de l'acide sulfurique à 3 %, on obtient 43,4 % d'aglycone insoluble de F 310-312°, ne comportant ni groupement méthoxyle, ni groupement méthylène-dioxy. La teneur en hydroxyle acétylable est de 25 % (correspondant à 5 hydroxydes), le dérivé pentaacétylé fond à 192-194°; cet aglycone se colore en vert-brun par le perchlorure de fer : il s'agit du quercétol. Le filtrat d'hydrolyse est réducteur, dextrogyre, présente à la fois la réaction des hexoses et des méthylpentoses; il fournit deux ozasones : l'une cristallise en oursins, soluble dans l'acétone, l'autre en branche de Genêt, insoluble dans l'acétone. La chromatographie sur papier permet de caractériser le glucose et le rhamnose, fait en accord avec la teneur en aglycone, la présence de deux osazones, le faible pouvoir rotatoire du filtrat. Ces sucres existent sous la forme d'un bioside combiné à l'hydroxyle en position 3 du quercétol. En effet, si l'on hydrolyse l'hétéroside préalablement méthylé, on obtient une génine correspondant à un tétraméthylquercétol, présentant une forte fluorescence en lumière de Wood, fluorescence due à l'hydroxyle en 3 non méthylé puisque lié au sucre avant l'hydrolyse. D'après tous ces caractères et surtout d'après la présence non seulement de glucose, mais aussi de rhamnose, nous croyons que le flavonoside du *Paliurus aculeatus* doit être identifié, non à l'isoquercitroside comme l'ont préconisé A. Ronchèse et M. Fiquet, mais au rutoside, hétéroside très répandu dans le règne végétal ([4]).

BIOCHIMIE VÉGÉTALE. — *Les glucides des semences de Crucifères.* Note de M. **Robert Duperon**, présentée par M. Raoul Combes.

Les semences de Crucifères peuvent contenir des quantités relativement importantes de glucides solubles, constituées le plus souvent (18 sur 20 espèces ou variétés étudiées) par un mélange de saccharose, de stachyose et raffinose. Les hétérosides sulfurés semblent avoir une répartition très générale. L'amidon ne se rencontre qu'exceptionnellement et seulement à l'état de traces.

Les Crucifères forment une famille remarquablement homogène et très caractérisée. Aux particularités morphologiques s'ajoutent des caractéristiques biochimiques telle la présence de nombreuses essences sulfurées. Ces dernières peuvent se trouver combinées au glucose sous forme d'hétérosides (thiohétérosides), généralement accompagnés de l'hydro-

([4]) *Ann. pharm. françaises*, 7, 1949, p. 21.

lase correspondante : la myrosinase. En outre, les semences de ces végétaux renferment, en grande quantité, une huile riche en un glycéride particulier : l'érucine. A côté des lipides et des hétérosides sulfurés, elles contiennent aussi des sucres, jusqu'ici peu étudiés. Nous nous proposons ici d'examiner la nature de ces glucides.

Deux sortes de techniques ont été utilisées : 1° Dosage des glucides par les méthodes biochimiques classiques (Bourquelot, Bridel); 2° Chromatographie de partage sur papier (Partridge) des extraits obtenus à partir des semences.

Les dosages bio-chimiques révèlent dans toutes les espèces ou variétés examinées la présence de faibles quantités de sucre réducteur libre. L'invertase, ajoutée aux extraits aqueux, libère une importante quantité de réducteur et provoque un changement dans les propriétés optiques de la solution (déviation polarimétrique gauche). L'indice de réduction enzymolytique est généralement inférieur à celui du saccharose (620). L'action prolongée de l'émulsine, après celle de l'invertine, se traduit par une nouvelle apparition de sucres réducteurs et une accentuation de la déviation polarimétrique vers la gauche. Comme l'ont montré Bourquelot et Bridel (1) et Vintilesco (2), ces phénomènes laissent supposer la présence d'holosides complexes, tels le stachyose et le raffinose. Enfin, l'utilisation de la poudre fermentaire renfermant la myrosinase provoque, dans presque tous les cas étudiés, une libération de sucre réducteur et un retour du pouvoir rotatoire vers la droite montrant ainsi l'existence d'hétérosides sulfurés.

La chromatographie sur papier des extraits aqueux, concentrés, confirme et précise les données précédentes en permettant l'identification des sucres présents.

On obtient ainsi les résultats ci-après.

Toutes les semences des espèces ou variétés étudiées contiennent du saccharose. Dans la presque totalité des cas (18 sur 20 examinés) ce diholoside est accompagné du stachyose (tétraholoside) et du raffinose (triholoside). Bien qu'il soit impossible de doser avec précision chacun des sucres du mélange, les méthodes utilisées permettent néanmoins de les ordonner selon leur abondance relative (de gauche à droite dans le tableau) : le saccharose est toujours le plus abondant, puis viennent, dans l'ordre, le stachyose et le raffinose; ce dernier n'existant parfois qu'à l'état de traces (*Iberis umbellata*, *Erysimum Perofskianum*, *Brassica campestris* (navette), *Lunaria annua*, *Sinapis alba*). Toutefois, chez *Capsella bursa pastoris*, ces deux derniers sucres se présentent dans un ordre inverse : les semences sont

(1) *J. pharm. et chimie*, 30, 1909, p. 162.
(2) *J. pharm. et chimie*, 30, 1909, p. 167.

plus riches en raffinose qu'en stachyose. Enfin deux des espèces étudiées ne possèdent que du saccharose; ce sont *Arabis alpina* et *Diplotaxis tenuifolia*.

	Holosides classés selon leur abondance relative (de gauche à droite). S. = Saccharose. St. = Stachyose. R. = Raffinose.	Teneurs en glucides solubles (exprimées en grammes de glucose pour 100 g de graines). Holosides totaux.	Glucides solubles totaux.
Sisymbrium officinale	S. St. R.	3,6	5,5
Brassica oleracea var. *acephala*	S. St. R.	3,9	5,6
Brassica napus var. *oleifera* (colza)	S. St. R.	3,6–3,9	4,5–5
Brassica napus var. *esculenta*	S. St. R.	4,4	5,7
Brassica campestris var. *navette*	S. St. R.	4,3	6,5
Nasturtium officinale	S. St. R.	4,4	6,3
Lepidium ruderale	S. St. R.	3,4	7,1
Lepidium sativum	S. St. R.	5,3	7,7
Cochlearia armoricia	S. St. R.	4,0	6–7
Sinapis alba	S. St. R.	4,0	7,8
Capsella bursa pastoris	S. St. R.	2,4	4,2
Iberis umbellata	S. St. R.	6,8	10,6
Cheiranthus cheiri var.	S. St. R.	7–7,5	10–12,4
Erysimum Perofskianum	S. St. R.	3,9	6,6
Lunaria annua	S. St. R.	3,9	7,4
Raphanus sativus var.	S. St. R.	4–4,7	5,8–6,8
Arabis bellidifolia	S. St. R.	3,7	7,3
Arabis alpina	S.	–	–
Diplotaxis erucoides	S. St. R.	–	–
Diplotaxis tenuifolia	S.	2,5	3,8

Ainsi, le plus souvent, les glucides solubles des semences de Crucifères comprennent un mélange de trois holosides auquel s'ajoutent de faibles quantités d'hexoses.

D'autre part, les hétérosides sulfurés se rencontrent chez les différentes espèces ou variétés examinées sauf peut-être chez *Diplotaxis tenuifolia* et *Brassica napus* (Colza) où ils doivent s'y trouver, s'ils existent, en quantité infime.

Les résultats des dosages montrent encore que l'ensemble des glucides solubles (sucre réducteur libre, holosides, hétérosides) peut atteindre un pourcentage important du poids de la graine (*Cheiranthus cheiri* de 10 à 12 % selon l'origine des graines, *Iberis umbellata* 10,6 %).

Enfin, l'amidon ne se rencontre qu'exceptionnellement et seulement à l'état de traces.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Développement et interprétation de l'*Insula *cérébrale des Singes* (Cercopithecidæ), *au cours de l'ontogénie.* Note de M[lle] **Madeleine Friant**, présentée par M. Émile Roubaud.

L'étude, au point de vue cérébral, d'une série de fœtus de Semnopithèque permet à l'auteur de préciser l'étendue de l'*Insula* chez les Singes inférieurs : cette région correspond à la partie du Territoire central située en avant de la *Pseudosylvia*.

Le cerveau (télencéphale) des Primates (le *Chiromys* excepté) et de l'Homme lui-même possède une partie de son manteau néopalléal qui, enfoncée en profondeur, constitue l'*Insula* ou Ile de Reil. L'interprétation de l'*Insula* des Primates et des Singes, en particulier, est extrêmement difficile, parce que le développement de cette région est peu connu, en dépit des travaux de D. J. Pol Hulshoff (1916, 1917), de R. Anthony (1920) et de F. Coupin (1925).

Au *Prosectorium* du Jardin Zoologique de Londres, j'ai étudié, chez M. le Professeur W. C. Osman Hill, une série de stades de l'ontogénie cérébrale du Semnopithèque (*Semnopithecus priamus* Blyth), qui me permettent d'interpréter l'*Insula* des Singes inférieurs de l'Ancien Monde (*Cercopithecidæ*) (1).

Vers le *milieu de la vie fœtale* (durée de la gestation : six mois et demi, environ), le cerveau, sur sa face externe (*fig.* A), présente une indication très nette de la Fosse sylvienne, limitée, en avant, par la *Suprasylvia* (S.) (Circulaire supérieur de Reil), en arrière, par : la *Pseudosylvia* (Ps.) et, au-dessus d'elle, un sillon de néoformation qui rejoint presque le sommet de la *Suprasylvia*; je le nomme *Sulcus reuniens posterior* : il constitue, ici, avec la *Pseudosylvia*, le Circulaire postérieur de Reil, qui n'est pas identifiable, d'ailleurs, à celui de l'Homme.

La région limitée par le Circulaire supérieur et le Circulaire postérieur de Reil constitue l'*Insula*, encore visible en surface, à ce stade.

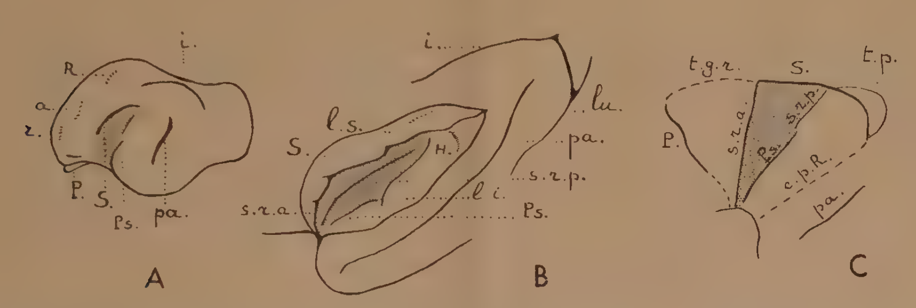
Le Parallèle (pa.) (*Postsylvia*), ébauché, toujours superficiel chez les Primates, limite, avec la *Suprasylvia*, le Territoire central du *Neopallium*.

Dans les stades suivants, la Fosse sylvienne s'accuse, puis se ferme et devient « Scissure de Sylvius » (Complexe sylvien) vers les deux tiers de la gestation : l'*Insula* se trouve, alors, operculisée en entier.

A la naissance, le cerveau est comparable à celui de l'adulte, quant à ses sillons. Après écartement des lèvres de la Scissure de Sylvius (*fig.* B),

(1) Les fœtus étudiés, ici, ont presque tous été décrits, au point de vue de leurs caractères extérieurs, par le Professeur W. C. Osman Hill, *Ceylon J. Sc.* (B), **20**, (2), 1937, p. 211.

l'*Insula* apparaît en profondeur. En avant, elle est encore limitée par la *Suprasylvia* prolongée, maintenant, vers le bas, par un sillon de néoformation que je nomme le *Sulcus reuniens anterior* : avec la *Suprasylvia*, il forme le Circulaire supérieur de Reil. Vers l'arrière, l'*Insula* est limitée, comme dans les stades moins avancés, par le Circulaire postérieur de Reil que constituent la *Pseudosylvia* et, vers le haut, le *Sulcus reuniens posterior*, qui ne la rejoint pas. Sur l'*Insula*, qui affecte une forme d'amande, un faible sillon axial est apparu : il fait partie du groupe des sillons radiaires du *Neopallium*, particuliers aux Primates [2].



A et B. *Semnopithecus priamus* Blyth *thersites* Tennent, de Ceylan. — Collection de M. le Professeur W. C. Osman Hill. *Prosectorium* du Jardin Zoologique de Londres. Cerveaux. L'*Insula* est en grisé. A. Fœtus n° P. E. 21 ♂. Face externe gauche. G. N. — B. Nouveau-né n° P. E. 18 ♂. *Insula* du côté gauche, après écartement des lèvres, supérieure (*l. s.*) et inférieure (*l. i.*), du Complexe sylvien. Un peu plus de G. N. — C. Schéma de la région operculisée du cerveau humain (*Insula* et Territoire temporo-pariétal, *t. p.*), où est figurée, en grisé, l'étendue de l'*Insula* des Singes (*Cercopithecidæ*). *a. Sulcus arcuatus.* — *c. p. R.* Circulaire postérieur de Reil du cerveau humain. — H. *Gyri* de Heschl. — *i.* Intrapariétal = Latéral. — *lu. Sulcus lunatus.* — P. *Præsylvia* = Circulaire antérieur de Reil du cerveau humain. — *pa.* Parallèle = *Postsylvia.* — *Ps. Pseudosylvia.* — *r. Sulcus rectus* = Coronal. — R. Sillon de Rolando. — S. *Suprasylvia.* — *s. r. a. Sulcus reuniens anterior.* — *s. r. p.*, *Sulcus reuniens posterior.* — *t. g. r. Sulcus transversus gyri reunientis* du cerveau humain.

Le développement cérébral montre, en somme, que l'*Insula* du Semnopithèque et des *Cercopithecidæ*, en général, correspond à la région du territoire central située en avant de la *Pseudosylvia*, c'est-à-dire au bras antérieur des *Gyri arcuati* 1 et 2, l'*Ectosylvia* étant effacée, ici, comme chez tous les Primates. L'*Insula* de ces Singes est donc beaucoup moins étendue que celle de l'Homme [3], qui comporte, en outre (*fig.* C) : vers l'avant : le *Gyrus reuniens* tout entier; vers l'arrière : l'*Insula postérieure* de l'Anatomie humaine, formation qui semble constituée par le bras postérieur du *Gyrus arcuatus* 1 et d'une partie du *Gyrus arcuatus* 2.

---

[2] En 1940, j'avais supposé, d'après l'anatomie cérébrale des adultes, que le sillon axial de l'*Insula* des *Cercopithecidæ* était la *Pseudosylvia* : l'étude de l'évolution ontogénique nous révèle qu'il s'agit seulement d'un sillon radiaire.

[3] M. Friant, *Anatomie comparée du cerveau*, Paris, Prisma, 1947, p. 27 et suiv.; *pl.* 28 et suiv.

ZOOLOGIE. — Acteon tornatilis *L. et sa « radula »*.
Note de Mme **A. Pruvot-Fol**, présentée par M. Louis Fage.

L'importance systématique de l'Actéon est bien connue de tous les malacologistes, ainsi que les déplacements qu'il a subis dans la classification. Il a été étudié, par conséquent, par les meilleurs spécialistes. Mais il est un de ses organes qui n'avait que peu servi à le situer : c'est son bulbe buccal. Je ne connais que trois figures représentant ses dents, et ces trois figures se ressemblent aussi peu que possible. Pourtant, toutes trois me paraissent exactes, et je tenterai de dire pourquoi elles diffèrent tant.

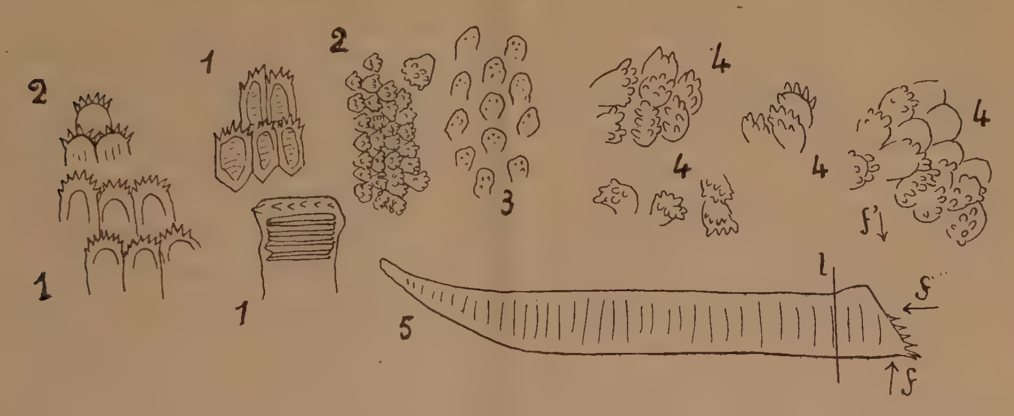
C'est à Miss V. Fretter que je dois d'avoir pu disséquer deux échantillons de ce Mollusque, que jusqu'ici, je n'avais pu étudier, échantillons destinés à ses propres études. Tout ce qui avait été dit sur la « radula », ses dents, excessivement petites, et de caractère tout à fait aberrant, avait attiré mon attention; j'ouvris donc le bulbe buccal dorsalement pour l'étaler et cherchai la radula à sa place habituelle, dans sa partie ventrale postérieure : elle ne s'y trouvait pas. Dans la partie antérieure, ventrale, par contre, se trouvait une zone recouverte d'un pavage de quelques centaines au moins de minuscules écailles contiguës, et dont le nombre est difficile à évaluer, la préparation n'étant pas parfaitement plane, et un assez fort grossissement étant indispensable pour les apercevoir.

Isolés, quelques-uns de ces petits éléments m'ont présenté un aspect familier, rappelant, en miniature, les éléments des mâchoires de *Pleurobranchæa*, les écailles du bord dit « masticateur » de *Scyllæa pelagica*, et d'autres formations analogues; tous éléments appartenant à des mâchoires et non à des « radulas »; et c'est aussi la place d'une mâchoire ventrale qu'occupe ce pavage.

Outre l'emplacement qu'elles occupent, ces deux formations diffèrent essentiellement par le fait que les mâchoires sont produites sur une surface, et que chacun de leurs éléments, qu'ils soient agglomérés en une masse ou qu'ils restent indépendants, est produit par une seule cellule du tégument interne du bulbe. Ces éléments sont en forme d'épines, de bâtonnets, de pavés, de coins, etc., et, vus par leur face libre, ont plus ou moins l'aspect d'écailles, même lorsque l'élément est allongé en forme de coin, comme chez le *Pleurobranchæa*. Ici, chez l'Actéon, la face porte de petits tubercules ou aspérités plus ou moins arrondies ou aiguës, en nombre variable, de trois ou quatre à neuf ou dix; généralement, plus pointus au bord de la face et plus arrondis en tubercules au centre.

Je crois que les différents points de vue auxquels se sont placés les dessinateurs peuvent expliquer les différences d'aspect de leurs dessins. Ils ont vu ces petits objets, dont l'observation est très délicate à cause de leur petitesse, sous des angles divers, comme le montre le schéma joint : (*fig.* 4).

Il ne me semble guère douteux que la prétendue radula de l'Actéon ne soit une mâchoire très rudimentaire. En pourra-t-on tirer quelque conclusion au sujet de la place systématique de ce Mollusque ? Cela n'est



1. Divers aspects des éléments de la mâchoire de *Pleurobranchæa meckeli* Leue. Facettes vues du côté interne du bulbe buccal, d'après des dessins de R. Bergh et de A. Vayssière. — 2. Écailles du « bord masticateur » de la mâchoire de *Scyllæa*. — 3. Écailles de l'anneau labial d'*Acanthodoris Glosa*. — 4. Quelques-uns des éléments de la prétendue radula de l'Actéon. — 5. Un élément de la mâchoire de *Pleurobranchæa*, vu de profil. Une flèche, *f*, montre la manière de représenter la dent d'Actéon, par V. Fretter; la flèche *f'* indique le point de vue de Sars, et la ligne 1, environ le lieu où passe la coupe représentée par M. Prenant et A. Gabe (1952), selon mes suppositions.

pas sûr; cependant peut-être cela le fait-il reculer à une antiquité plus grande que celle qui lui a été parfois assignée. Car nous ne savons pas au juste à quel moment la radula s'est différenciée de mâchoires ventrales, qui ont dû la précéder historiquement, et dont elle est peut-être une partie postérieure détachée produite dans une évagination de la paroi du bulbe. Ici chaque dent est toujours produite par une association de cellules ou odontoblastes. Mais ce sont bien actuellement des formations différentes, qui peuvent coexister chez un même animal, ou se remplacer l'une l'autre, ou manquer toutes les deux, comme nous en connaissons des cas chez les Opisthobranches. Il n'a pas été tenu compte suffisamment jusqu'ici de leur différence, ainsi que je l'ai déjà montré chez la Janthine; il peut être utile d'attirer l'attention sur cette distinction, mais une étude de cette question ne peut faire le sujet d'une très courte Note.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le développement embryonnaire, larvaire et la croissance pondérale du Phasme* (Clonopsis gallica *Charp.*). Note (*) de M. **André Voy**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

La ponte saisonnière de *Clonopsis gallica* Charp. montre, entre son début et sa fin, une variation du simple au double de la durée du développement embryonnaire; celui-ci subit une diapause seulement rompue par le froid. La vie larvaire comporte quatre âges ou intermues dans le cycle desquelles la croissance pondérale permet la distinction de trois phases à taux inégal (post-exuviale, moyenne, pré-exuviale).

Ponte et vie embryonnaire. — La vie de *Clonopsis gallica* Charp. est uniquement saisonnière : les jeunes larves éclosent au début du printemps (mars-avril) et après 4 âges larvaires ou intermues dont la durée totale n'excède pas 2 mois, deviennent adultes 15 jours environ après la 5e mue (imaginale) et pondent ensuite régulièrement pendant près de 4 mois en observant un jour de repos tous les 4 ou 5 jours; les œufs pondus au début de l'été (juin-juillet) éclosent au début du mois d'avril de l'année suivante, tandis que ceux de fin de saison (août-septembre) n'éclosent qu'au printemps de la 2e année. La durée du développement embryonnaire oscille donc entre 10-11 mois pour les premiers et entre 20-22 mois pour les seconds.

Par exemple, une ponte de plus de 400 œufs a été divisée en 4 lots.

Le 1er conservé d'abord à 18°C a été ensuite soumis à une température de 2°-4° pendant 15 jours au début de janvier, puis ramené à la température ambiante.

Le 2e, traité de la même façon a subi l'épreuve du froid fin février.

Le 3e a été abandonné dans une pièce chauffée par intermittence où la température nocturne pouvait descendre jusqu'à 0°C.

Le 4e, enfin, a été maintenu en permanence à 18°C.

Dans les trois premiers lots, le nombre des éclosions a été sensiblement le même : 25 % au début d'avril de la 1re année (œufs du début de l'été), 75 % en mars-avril de la 2e année (œufs de la fin de l'été).

Enfin, le quatrième lot n'a fourni aucune larve, aussi bien la 1re que la 2e année, ce qui montre bien l'action nécessaire du froid pour rompre la diapause.

Vie larvaire. — Elle comporte, quelle que soit la date de l'éclosion, cinq mues délimitant quatre âges ou intermues d'une durée moyenne (1)

(*) Séance du 17 novembre 1952.

(1) Moyenne établie dans chaque cas sur une vingtaine d'individus d'un même élevage dans des conditions bien définies de température, humidité, nourriture qui seront précisées dans un Mémoire ultérieur.

de 17 jours pour les deux premiers âges, 15 jours pour les deux derniers; la durée de la première partie de la vie imaginale (précédant la ponte) ne dépasse pas non plus 15 jours. Au cours de ces différents stades, le poids moyen passe successivement de 2,78 mg à l'éclosion (1re mue) à 9,18 mg (2e mue), à 27 mg (3e mue), à 78 mg (4e mue), à 207 mg (5e mue) pour atteindre finalement 495 mg chez l'adulte. En gros, le poids triple à chaque mue; la croissance est donc beaucoup plus rapide que chez *Carausius morosus* Br. dont la vie larvaire s'étend sur six âges et dont le poids double seulement à chaque mue. La vie adulte de *Clonopsis* dure un peu plus de 100 jours; tous les individus élevés meurent au début de l'automne.

Croissance pondérale. — Étudiée par des pesées quotidiennes, elle a permis d'élucider (comme dans le cas de *Carausius* (2) les relations susceptibles d'exister entre les diverses parties de la courbe de croissance (log. poids/temps) et les périodes successives de l'intermue.

Les pesées d'individus isolés d'un élevage soumis aux conditions définies plus haut étaient effectuées tous les matins de bonne heure, les individus muant toujours la nuit. Les poids moyens ont été calculés sur des séries d'au moins dix individus de même intermue.

1re, 2e, 3e, 4e *âges larvaires.* — Le graphique log. poids/temps permet de découper une intermue quelconque de la vie larvaire en trois phases successives : la 1re (post-exuviale) définie par un taux d'accroissement pondéral élevé, toujours courte (2 à 4 jours suivant la longueur de l'intermue) paraît correspondre au remplissage du tube digestif vidé lors de l'exuviation.

La 2e (moyenne), avec un taux d'accroissement moindre, la plus longue, oscille entre 10 et 12 jours; elle correspond à la croissance proprement dite; la droite la représentant est parallèle à celle joignant les points figuratifs des mues.

La 3e (pré-exuviale), courte (2 à 4 jours), définie par une diminution régulière de poids précédant la mue correspond au vidage du tube digestif. L'exuviation qui la termine est marquée par une chute brusque de poids.

Les graphiques individuels offrent, malgré quelques irrégularités, une allure comparable à celle des graphiques de moyennes; celles-ci sont d'autant plus faibles que la croissance est plus rapide (intermues courtes), ce qui tendrait à prouver que les intermues longues sont dues à des anomalies dans la croissance. Pour des intermues égales, quel que soit l'âge larvaire considéré, les phases correspondantes montrent des durées identiques.

---

(2) *Comptes rendus*, 231, 1951, p. 377.

Vie imaginale. — Son début est marqué par la 1[re] phase (post-exuviale) de 2 à 4 jours, à taux de croissance pondéral élevé (remplissage du tube digestif); une 2[e] à taux de croissance moindre, d'une durée moyenne de 12 jours lui fait suite; elle correspond au développement des ovules. Des pesées quotidiennes comparées du tube digestif d'une part, des ovaires, d'autre part, le montrent. Elle se termine par le début de la période de ponte caractérisant l'âge adulte; celle-ci dure un peu plus de 3 mois; dans sa 1[re] moitié, le poids reste sensiblement constant, tandis que dans sa 2[e] partie elle s'accompagne d'une lente chute de poids jusqu'à la mort qui survient peu de jours après la fin de la ponte.

La mise en évidence de tels résultats chez *Clonopsis gallica* concorde parfaitement avec ceux trouvés pour *Carausius morosus*, ce qui tendrait à prouver leur généralité.

VIROLOGIE. — *Action inhibitrice d'analogues du glycocolle et de l'adénine sur la multiplication du virus de la grippe.* Note de M. **Claude Hannoun**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

La multiplication du virus grippal dans l'embryon de Poulet est partiellement inhibée en présence d'acide amino-méthane-sulfonique (analogue du glycocolle) ou de benzimidazole (analogue de l'adénine).

Au cours d'une étude d'ensemble sur les inhibiteurs de la multiplication du virus grippal dans la membrane chorioallantoïque de l'embryon de Poulet, nous avons recherché l'action d'un certain nombre de corps connus soit pour inhiber une réaction enzymatique ou un groupe de réactions, soit pour bloquer par effet compétif l'utilisation d'un métabolite important (ces dernières substances étant généralement appelées « analogues »). Nous donnons ici quelques résultats obtenus avec deux de ces substances particulièrement intéressantes.

1° *Acide amino-méthane-sulfonique.* — La substitution dans un amino-acide d'une fonction sulfonée à un groupe carboxyle donne un corps n'ayant pas les propriétés biologiques de l'amino-acide correspondant, mais empêchant son utilisation à condition d'être présent en plus forte proportion que lui. Certains de ces acides ont déjà été signalés pour leur action sur le virus vaccinal. Nous avons étudié l'action de l'analogue du glycocolle : l'acide amino-méthane-sulfonique.

$NH_2-CH_2-CO_2H$
Glycocolle.

$NH_2-CH_2-SO_2H$
Acide amino-méthane-sulfonique (AAMS).

Dans nos expériences, le produit est injecté dans la cavité allantoïque d'embryons de poulet de 11 jours d'incubation avant ou après l'inoculation

d'environ 100 doses 50 % infectantes de virus grippal A(PR8). Les liquides allantoïques sont prélevés 40 h après l'introduction du virus et l'on titre leur pouvoir hémoagglutinant. On calcule ensuite le nombre de doses minima agglutinantes produites par œuf dans chaque lot et l'on rapporte à la moyenne du lot témoin.

Dès la dose de 1 mg par œuf injectée une demi-heure après le virus, on note une inhibition de la multiplication du virus. La dose réduisant la quantité de virus produite par œuf de 50 % est de l'ordre de 2 mg. Si l'on injecte l'AAMS quelques heures avant le virus, l'effet est encore plus marqué.

Le glycocolle a d'ailleurs lui-même un pouvoir inhibiteur mais à des doses bien plus élevées. Si l'on injecte des mélanges en proportions différentes des deux corps, on constate que l'inhibition due à l'AAMS est partiellement empêchée par le glycocolle et *vice-versa.*

On peut penser qu'un excès d'AAMS empêche l'utilisation du glycocolle dans une synthèse essentielle à la multiplication du virus alors qu'un gros excès de glycocolle déséquilibre la réaction où celui-ci est utilisé et gêne ainsi la synthèse.

2° *Benzimidazole.* — Dans un autre domaine, un corps dont la formule ressemble à celle de l'adénine est connu pour ses propriétés « antagonistes » vis-à-vis de cette purine : le benzimidazole.

```
N===CH                 CH=CH
|    |                 |    |
CH   C—NH\             CH   C—NH\
||   ||    >CH         ||   ||    >CH
N——C——N//              CH—C——N//
```

Adénine. Benzimidazole.

L'utilisation du benzimidazole dans les mêmes conditions que l'AAMS donne des résultats comparables. La dose 50 % inhibitrice est voisine de 2 mg par œuf. Si l'on retarde l'injection jusqu'à la 18e heure après l'inoculation du virus, on peut déceler encore un pouvoir inhibiteur net bien que beaucoup plus faible. Les réactions inhibées doivent donc avoir lieu pendant la phase de multiplication active et non, par exemple, pendant la période de latence.

Si l'on essaye de prévenir l'inhibition par le métabolite correspondant, l'adénine, on s'aperçoit que ce corps a, lui aussi, un fort pouvoir inhibiteur et que son action sur l'inhibition par le benzimidazole est très faible.

Nous donnons ici le résultat d'une expérience typique. Les nombres correspondant au nombre de doses minima agglutinantes produites par œuf, rapporté au nombre de doses produites par œuf dans le lot témoin. Le volume injecté par œuf est de 1,5 cm^3.

Témoins (1,5 cm³ d'eau physiologique)	100 %
3 mg benzimidazole	25
2 mg » + 1 mg adénine	28
1 mg » + 2 mg »	35
3 mg adénine	30

Le phénomène semble ici encore plus complexe; lors de la synthèse des nucléotides l'adénine et la guanine sont utilisées dans des proportions bien définies par rapport aux autres bases et aux autres constituants. Un déséquilibre artificiel de ces éléments provoque des perturbations importantes dans la synthèse du virus.

VIROLOGIE. — *Action du lait de Coco et de l'acide naphtalène acétique sur la multiplication d'un virus en culture de tissus.* Note de M. **Gabriel Segretain**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Le lait de Coco favorise le développement du virus de la mosaïque du Tabac en culture de tissu de « crown-gall ». L'acide naphtalène acétique aurait une action semblable, mais légère. Le mélange du lait de Coco et de l'acide naphtalène acétique n'a pas d'influence sur la prolifération du virus, mais favorise le développement des cultures.

On sait que le virus de la mosaïque du tabac peut se développer sur tissus ou organes de plantes cultivées *in vitro* (¹), (²), (³). Une culture de tissus de « crown-gall » de *Nicotiana tabacum* L., variété P 19, a été isolée et est entretenue depuis quatre ans en lumière diffuse sur un milieu mis au point par Gautheret (nitrate de calcium, 0,50 g; nitrate de potassium, 0,125 g; sulfate de magnésium, 0,125 g; phosphate monopotassique, 0,125 g; solution de Berthelot, 10 gouttes; gélose, 13 g; saccharose, 30 g; aneurine, 0,001 g; chlorhydrate de cystéine, 0,01 g; eau, 1000 cm³). L'infection de ces tissus par le virus de la mosaïque du tabac a été obtenue par passage de la souche sur tabac mosaïqué : la greffe sur tabac d'un fragment de culture provoque, en effet, la formation d'une tumeur qui permet de réisoler la souche.

Le tissu est alors cultivé, soit sur milieu normal, additionné ou non d'acide naphtalène acétique aux concentrations 1.10^{-8}, 5.10^{-7} et 1.10^{-5}, soit sur milieu normal contenant en plus 10 % de lait de Coco et additionné ou non d'acide naphtalène acétique aux mêmes concentrations que précédemment. Après deux mois, les cultures sont pesées, broyées au

(¹) Ph. R. White, *Phytopath.*, 24, 1934, p. 1003.

(²) G. Segretain, *Ann. Inst. Past.*, 69, 1943, p. 61-63.

(³) H. Augier de Montgremier, P. Limasset et G. Morel, *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 606.

mortier et l'on ajoute au broyat un poids d'eau correspondant à deux fois le poids de la culture. La quantité de virus contenue dans chacun des jus filtrés est appréciée par le nombre de lésions nécrotiques locales obtenues en inoculant par frottement au moins cinq demi-feuilles de *N. glutinosa*. L'autre moitié de toutes les feuilles est inoculée avec un même jus de feuilles de tabac mosaïqué; ceci permet de comparer, entre eux, les quantités de virus contenues dans les différentes cultures de tissus.

Après une expérience préliminaire où l'acide naphtalène acétique n'a été utilisé qu'à la concentration de 1.10^{-6}, deux repiquages successifs sont faits sur les milieux précédemment indiqués, la transplantation se faisant d'un milieu sur le même milieu neuf. Pour chacun des milieux, nous avons recherché la concentration en virus de trois cultures, une au premier repiquage et deux au deuxième repiquage.

L'observation des cultures nous fait retrouver certains résultats obtenus par d'autres auteurs. L'acide naphtalène acétique à 1.10^{-8} permet une croissance des cultures très voisine de celle sur milieu témoin : culture étalée à la surface du milieu, nombreux bourgeons peu évolués; à la concentration de 5.10^{-7}, la formation des bourgeons est bloquée et la culture moins développée se bombe, ne reposant sur le milieu que par une faible surface; enfin, pour 1.10^{-5}, le fragment brunit et ne prolifère qu'extrêmement peu. En revanche, le lait de Coco à 10 % ([4]) seul, montre une action légèrement favorable sur la croissance des cultures qui se développent en tiges feuillées blanchâtres, déformées et contournées. Mais en présence de lait de Coco, l'action de l'acide naphtalène acétique est nettement favorable à la croissance. Au deuxième repiquage, pour la concentration optimum d'auxine, 5.10^{-7}, les cultures pèsent deux fois plus que celles développées sur milieu témoin additionné de lait de Coco. Les cultures peuvent dépasser 2 cm d'épaisseur et garnir toute la surface du tube; un mois et demi après le repiquage, elles brunissent rapidement. En l'absence ou en présence d'une faible concentration d'acide naphtalène acétique, la surface des cultures est tourmentée; elle devient lisse chez les cultures poussées sur forte concentration d'auxine, qui prennent une teinte brun clair et deviennent translucides.

Le milieu normal, additionné de 10 % de lait de Coco, est favorable à la multiplication du virus dans la culture de tissus de tabac. En effet, en comparant les moyennes des séries de lésions données par les cultures sur milieu normal, soit additionné, soit non additionné de lait de Coco, les différences sont ou significatives ou presque significatives ([5]). L'acide naphtalène acétique seul, à concentration faible ou moyenne (1.10^{-8}

([4]) L. Duhamet, *C. R. Soc. Biol.*, 145, 1951, p. 1781-1783.
([5]) G. Just in Peterfi, *Methodik der wissenschaftl. Biologie*, 1928.

et 5.10^{-7}) semblent favoriser légèrement la prolifération du virus; les moyennes de lésions et leur erreur standard sont, en effet, les suivantes : témoin, $11 \pm 8,4$ et $14 \pm 5,7$; acide naphtalène acétique 5.10^{-7}, 26 ± 18 et 25 ± 12; acide naphtalène acétique 1.10^{-8}, 22 ± 7 et $32,5 \pm 27$. Pour la concentration 1.10^{-5} d'auxine, la quantité de virus des cultures est la même que celle des témoins. Ces résultats, obtenus avec l'acide naphtalène acétique seul, diffèrent légèrement de ceux de Kutsky et Rawlins ([6]). Sur les milieux qui renferment à la fois lait de Coco et acide naphtalène acétique, les cultures contiennent la même quantité de virus que les cultures témoins sans lait de Coco.

En conclusion, l'accroissement de la quantité de virus produit en présence de lait de Coco, peut être interprété par une prolifération plus importante du virus dans les tiges feuillées, plus développées sur ce milieu. En revanche, une croissance plus rapide de la culture de tissus empêcherait la prolifération du virus ([7]), ce qui se produit en présence du mélange lait de Coco et acide naphtalène acétique.

A 16 h, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'astronomie, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *Bernard Lyot* :

En première ligne............ M. **Jules Baillaud**.

En seconde ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*...... MM. **Lucien d'Azambuja**. **Fernand Baldet**.

En troisième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*...... MM. **Henri Chrétien**. **André Couder**. **Henri Mineur**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu en la prochaine séance.

La séance est levée à 17 h 45 m.

R. C.

([6]) *J. Bacteriol.*, 60, 1950, p. 763-766.

([7]) H. Augier de Montgrenier et G. Morel, *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 688.